

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

Optimalizace strojírenské výroby

The Optimization of Engineering Production

Student:

Bc. Milan Zemek

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Ivana Šajdlerová, Ph.D.

Ostrava 2011

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Milan Zemek**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie
Téma: **Optimalizace strojírenské výroby**
The Optimization of Engineering Production

Zásady pro vypracování:

1. Obecná charakteristika řešené problematiky.
2. Analýza současného stavu.
3. Vyhodnocení analýzy, specifikace požadavků, identifikace problémů.
4. Vlastní návrhy řešení.
5. Zhodnocení přínosu práce.

Seznam doporučené odborné literatury:

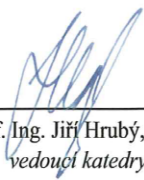
BASL, J., TŮMA, M., GLASL, V. *Modelování a optimalizace podnikových procesů*. Plzeň: ZÚ v Plzni, 2002. 140 s. ISBN 80-7082-936-2
HLAVENKA, B. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty*. 3. vyd. Brno: CERM, 2005. ISBN 80-214-2871-6.
LÍBAL, V. a kol. *Organizace a řízení výroby*. Vyd. 7. Praha: SNTL 1989. 559 s.
SYNEK, M. a kol. *Manažerská ekonomika*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 1996. 456 s. ISBN 80-7169-211-5.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **Ing. Ivana Šajdlerová, Ph.D.**

Datum zadání: 17.12.2010

Datum odevzdání: 23.05.2011


prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.
vedoucí katedry




prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucí diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 13.5.2011




Podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně užít diplomovou práci ke své vnitřní potřebě (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucí diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 23.5.2011



Bc. Milan Zemek

Jméno a příjmení autora práce: Bc. Milan Zemek

Adresa trvalého pobytu autora: Na honech II 4909, Zlín 76005

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

ZEMEK, M. *Optimalizace strojírenské výroby: diplomová práce*. Ostrava: katedra mechanické technologie, Fakulta strojní, VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2011, 72 s. Vedoucí: Šajdlerová, I.

Diplomová práce se zabývá problematikou optimalizace strojní výroby. Obsahuje shrnutí nejdůležitějších poznatků z oblasti racionalizace výroby, aplikace a využití možností štíhlé výroby v soudobém podniku. Velká pozornost je věnována simulačním metodám a jejich využití při optimalizaci výrobních procesů. Je navržena nová metoda racionálního rozdělování pracovních pozic, která si klade za cíl zvýšení produktivity práce, snížení výrobního času a efektivního využití pracovníků. Jsou popsány základní principy a uveden příklad použití. V simulačním program Simprocess, byl vytvořen model výrobního procesu, na kterém byla nová metoda otestována. Z výsledků jsou zřejmé klady i nedostatky metody.

ANNOTATION OF THESIS

ZEMEK, M . *The Optimization of Engineering Production: Master Thesis*. Ostrava: Department of Mechanical technology, Faculty of Mechanical Engineering, VŠB – Technical University of Ostrava, 2011, 72 p. Thesis, head: Šajdlerová,I.

This thesis is about the optimization of engineering production. It contains a summary of key findings from the rationalization of production, application and use of lean production opportunities in contemporary company. Great attention is given to the simulation methods and their use in optimization of manufacturing processes. It is proposed new method for the rational allocation of jobs, which aims to increase productivity, reduce production time and efficient use of workers. These are described the basic principles and an example of application. The simulation program Simprocess model was constructed manufacturing process in which the new method was tested. The results show the advantages and shortcomings of the method.

Obsah

Seznam zkratek.....	8
Úvod.....	9
1 Obecná charakteristika racionalizace práce.....	10
1.1 Historický vývoj.....	10
1.2 Podstata racionalizace	12
1.3 Koncepce racionalizace práce	15
1.3.1 Komponentní přístup	15
1.3.2 Komplexní přístup	16
1.3.3 Systémový přístup.....	17
1.3.4 Procesní přístup.....	17
1.4 Zpracování racionalizační studie.....	19
1.5 Metodika racionalizačních studií	21
1.6 Metody stanovení norem času.....	22
1.6.1 Rozborové metody stanovení výkonnostních norem.....	22
1.6.2 Sumární metody stanovení výkonnostních norem.....	25
1.7 Štíhlá výroba	26
1.7.1 Co je to štíhlá výroba	26
1.7.2 Univerzálnost štíhlé výroby	26
1.7.3 Výrobní čas.....	27
1.7.4 Přechod z operačního přístupu na procesní	28
1.7.5 Vyrovnávání zatížení pracovníků	29
1.7.6 Zrychlený výrobní rytmus	30
1.7.7 Proti chybám.....	30
1.7.8 Nástroje štíhlé výroby	31
1.8 Simulace podnikových procesů.....	35
1.8.1 Simulace jako nástroj pro analýzu procesů.....	35
1.8.2 Etapy simulačních projektů	36

1.8.3	Typy simulačních modelů vzhledem k dynamice systému	39
1.8.4	Variabilita výrobních procesů.....	40
1.8.5	Modelování struktury systému.....	40
1.8.6	Simulační programy.....	41
1.8.7	Simprocess 4.7	43
1.8.8	Příklad tvorby simulačního modelu	44
2	Zhodnocení stávajícího stavu, identifikace problémů, specifikace požadavků	49
2.1	Identifikace problémů	50
2.2	Specifikace požadavků.....	51
2.3	Zeitgeist – trendy doby.....	51
3	Vlastní návrh řešení.....	54
3.1	Základní principy navrženého řešení	54
3.1	Ověření efektivnosti metody RRPP	58
3.1.1	Schéma simulovaného výrobního procesu	59
3.1.2	Postup experimentu.....	60
3.1.3	Vyhodnocení experimentu	64
3.2	Zhodnocení přínosu metody RRPP	64
3.2.1	Využití metody RRPP.....	64
4	Závěr.....	66
	Literatura.....	67
	Poděkování.....	68
	Seznam obrázků.....	69
	Seznam tabulek.....	71
	Seznam grafů.....	72

Seznam zkratk

Obr.	Obrázek
RRPP	racionální rozdělení pracovních pozic
s	sekunda
t_1	čas jednotkové práce
Tab.	Tabulka

Úvod

Současný vývoj ve výrobních podnicích, jakožto i boj organizací o každého zákazníka je překotný, dynamický a beze vší pochybnosti dravý. Propásnout příležitost, neinovovat a nedržet krok s aktuálním vědeckotechnickým rozvojem se může stát osudným každému podniku, od firem s lokálním působišťem přes národní podniky s dlouhou historií až po nadnárodní korporace. Proto se racionalizaci výrobních procesu a právem i systému řízení přikládá stále větší pozornost, neboť se neustále a průběžně ve všech odvětvích hledají způsoby jak zefektivnit proces vývoje, výroby, komunikace, kanceláře, technologie a v podstatě celého výrobního systému.

Optimalizaci lze chápat jako proces výběru nejlepší varianty z množství možných alternativ. Optimalizace jde v ruku v ruce s racionalizací, čili využitím rozumových metod.

„V řízení je nutno využít jak schopností a zkušeností řídicích pracovníků, tak i pravidel racionální organizace a uplatnit je k optimální výstavbě řídicích útvarů kteréhokoliv úseku podniku.“ [1]

Hesly dneška jsou rychlost, pružnost, kvalita, nízké náklady, přizpůsobení se přání zákazníka. Toho lze dosáhnout nejen drahými investicemi do nových technologií, ale důsledným dodržováním výrobních postupů, zeštíhlením a zjednodušením systému řízení a optimalizací stávajících technologií. Zaměřit se na přidanou hodnotu, hledat způsoby, kde ušetřit každou sekundu a eliminovat zbytečné úkony chytrými neinvestičními rozhodnutími jsou cílem této práce.

Důležitou částí práce je shrnutí dosavadních poznatků v co možná nejširší míře, což ovšem vzhledem k rozsahu práce znamená zmínit pouze ty nejdůležitější metody z hlediska podstaty a základních principů.

1 Obecná charakteristika racionalizace práce

1.1 Historický vývoj

Anglická průmyslová revoluce, která se velmi výrazně zapsala do dějin lidstva, začala v manufaktuře a skončila v továrně. Díky použití strojů bylo během prvního sta let dosaženo pětinasobného zvýšení produktivity práce. Ani v dnešní době počítačové podpory výroby, rychlých obráběcích center a moderních manažerských metod nebylo doposud překonáno historické zvýšení produktivity práce z doby Anglické průmyslové revoluce. Problém však vyvstal ze skutečnosti, že stroje byly mnohem výkonnější než lidé a bylo zapotřebí se zabývat tím, jak by se člověk mohl výkonnému stroji vyrovnat. Řešením byla dělba práce, kdy každý pracovník vykonává pouze prostý úkon, ale společně vyrobí více, než by dokázali jiní pracovníci, kdyby každý z nich dělal všechno sám.

První stroje vykonávaly jednoduché operace a byly mechanickým ztělesněním dělby práce. Dalším vývojovým krokem byl výrobní pás, který udával tempo celé dílně (u nás Baťův výrobní kruh). Hlavní osobností této etapy byl H. Ford, jenž se stal průkopníkem nového velkopřůmyslového myšlení a činorodým novátorem své doby. Výrobní systém podle H. Forda měl tyto charakteristické znaky:

- Stejnost a neměnnost výrobku
- Hluboká dělba práce
- Nucený výrobní pohyb (běžící pás)
- Centrální řízení práce

Opakování stále stejného výrobku se ukázalo jako hlavní předpoklad produktivní manufaktury a v důsledku ekonomickou výhodou.

„Moravský Ford neboli Tomáš Baťa odcestoval v roce 1904 do Ameriky a nechal se zde na více než rok zaměstnat, čímž získal nové zkušenosti se způsoby řízení organizace práce, výplaty zaměstnanců, uskladnění polotovárů pro výrobu obuvi. Přivezl nejen nové plány výstavby továrních budov i nadšení pro americký směr managementu. Objednal též přímo z USA nové výkonnější stroje. Po svém návratu začal také stupňovat požadavky na dělníky: za špatně provedenou práci jim udílel pokuty ve formě srážek ze mzdy.“ [2]

T. Baťa vysvětloval, že “Jádro věci tkví v rozčlenění pracovního procesu na myslitelně velké množství dílčích úkonů přípravy. Ty pak jsou časově i prostorově uspořádány za sebou na pásu, který je unáší k příští skupině, aby na nich vykonala další úkony.” [2]

Další klíčovou osobností byl F. W. Taylor, který svou metodu nazval „úkolové řízení“. Jeho základní principy byly:

- každý pracovník je zodpovědný za svůj pracovní úkol
- pracovní úkol stanovuje provozní inženýr
- časoprostorové rozvržení má na starosti ústřední plánovací oddělení
- pracovní úkol je stanoven na úrovni „znamenitého dělníka“

Typickým znakem pro Taylorovo úkolové řízení byly stopky, kterými měřil inženýr práci dělníků a vybíral mezi nimi ty „znamenité“. Podle nich nastavovali mzdu pro ostatní dělníky.

Moderní způsob řízení výrobního systému jako celku zavádí japonská automobilka **Toyota**, která dokázala na zcela nové úrovni zvládnout faktor výrobního času. Toyota vdechla soudobé výrobě, potažmo jejímu řízení, faktor rychlosti. Novodobá „japonská průmyslová revoluce“ spočívala v kompaktních, promyšlených a propracovaných souborech změn, jejichž základními stavebními kameny byly:

- hromadná zakázkovost
- absolutní uspokojení koncového spotřebitele
- rovnoměrné zatížení zdrojů
- důraz na přidanou hodnotu
- vysoká výrobní rychlost a nízké výrobní vstupy

Z historického vývoje je zřejmé, že ať to byl Ford, Baťa, Taylor, nebo manažeři z Toyoty, vždy se snažili snižovat výrobní časy, náklady, zmetkovitost, odstraňovat zbytečné operace, zjednodušovat systém řízení a zvyšovat produktivitu práce, kvalitu výrobků apod.

1.2 Podstata racionalizace

Základní myšlenkou racionalizace je kontinuální zdokonalování výrobního systému jako kompaktního celku. Podniky by se měly snažit o nepřetržité zlepšování ekonomických výsledků a zvyšování konkurenceschopnosti, a to především zvyšováním produktivity práce a výslednou kvalitou výrobků, které plně uspokojí zákazníka.

Racionalizace – (od ratio – lat. rozum) je rozumově zdůvodněné rozhodování za účelem dosažení nejlepších výsledků v celém výrobním systému. Především pak vyloučení zbytečných ztrát, využití existujících kapacit a zaměření se na přidanou hodnotu.

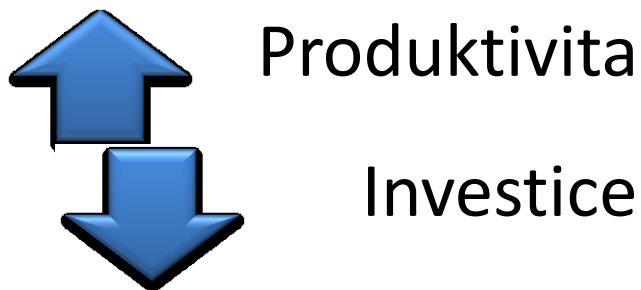
V pracovní sféře se racionalizace zabývá též ergonomií pracovišť, čili vytvořením takových podmínek, při nichž se pracovníci mohou plně soustředit na své úkoly, podávat vysoký výkon s ohledem na své fyziologické možnosti.

Racionalizační proces je vždy podložen finanční analýzou za účelem zvýšení zisků a hospodárnosti. Zaměřuje se na praktické využití navržených variant řešení a slouží k jejich ověření.

„Tradičním oborem racionalizace je racionalizace práce. Technické normování může být účinné jen tehdy, je-li pojato nikoliv jako náhrada za racionalizaci práce, nýbrž je-li důsledně spojováno s racionalizací práce a fixuje-li pokroková řešení technologie, organizace, fyziologie a psychologie práce v normě výkonu. Racionalizace práce nadále zůstává nejširším a nejobecnějším polem racionalizačního úsilí.

Významnou oblastí je racionalizace produktivního fungování základních výrobních fondů. Řeší přípravu práce, přísun a odsun zařízení, obsluhu, udržování a opravy strojů, budov a staveb. Další oblastí racionalizace je materiálové hospodaření a pohyb materiálu. Pohyb materiálu, manipulace s materiálem, představují rostoucí podíl práce i nákladů. Racionalizace dopravy vede k vylučování zbytečné přepravy, volí pro přepravu nejkratší cestu, zvyšuje plynulost přepravy materiálu a zavádí ekonomické skladování. Racionalizační úsilí je tedy třeba zaměřit především na snížení materiálových reprodukčních nákladů a na zlevnění manipulace. Značné možnosti racionalizace jsou v administrativní oblasti ve vlastní sféře řízení. Racionalizačních opatření:

Soubor technicko-organizačních a psychologických metod, postupů a opatření, vedoucích ke zvýšení produktivity za minimálních investic.“

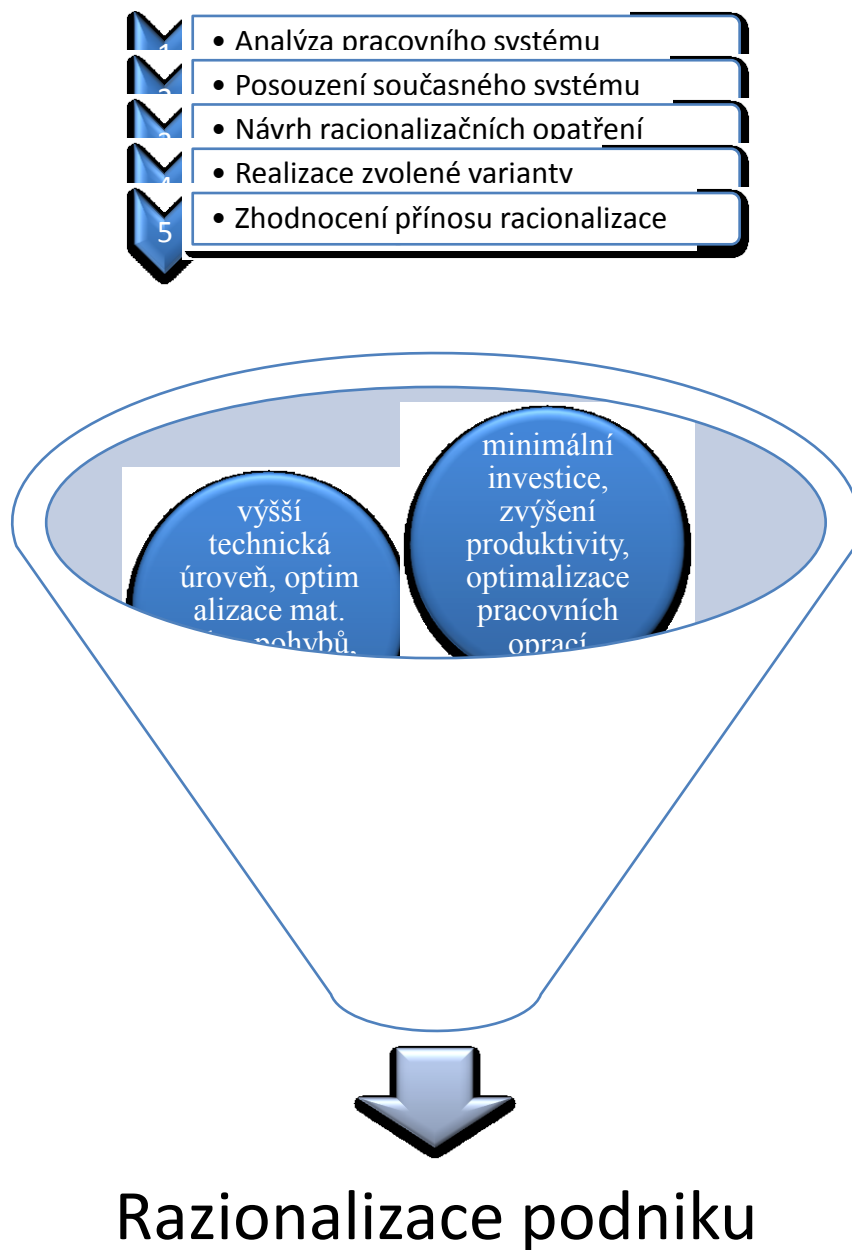


Obr. 1 Podstata racionalizace

Mezi základní nástroje racionalizace patří:

- optimalizace pracovních operací technologických postupů
- uspořádání pracoviště (ergonomie)
- technická podpora pracoviště (přípravky, pracovní pomůcky, držáky, poka-yoke apod.)
- technologičnost konstrukce
- vizuální pomůcky (obrázek s „dobrým“ a „zmetkovým“ kusem)

Postupu při racionalizaci:

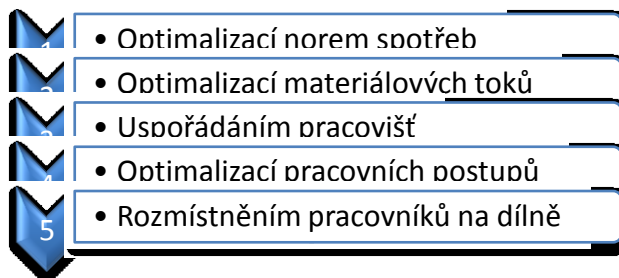


Obr. 2 Racionalizace podniku

Racionalizace práce se podle řešené situace dělí na:

- **preventivní** – probíhá ve vývojové fázi, před realizací pracovního procesu
- **korektivní** – probíhá v již zaběhlé výrobě na stávajících pracovištích a technologickém vybavení, analyzuje a navrhuje organizační uspořádání výrobního procesu.

Korektivní racionalizace se zabývá:



1.3 Koncepce racionalizace práce

K racionalizaci práce se dá přistupovat jako ke studiu lidské práce a technických prostředků, které se jí přímo dotýkají. Mezi nejrozšířenější koncepce patří komponentní, komplexní a procesní přístup k řešení racionalizace práce. Na základě vývojových tendencí se mluví o systémovém přístupu, který vychází z vědeckotechnických poznatků.

1.3.1 Komponentní přístup

Komponentní přístup se zabývá pouze některou dílčí částí racionalizace práce, nikoliv jako kompaktního výrobního systému. Řeší jednotlivé pracoviště a jeho dílčí problémy, a to z hlediska:

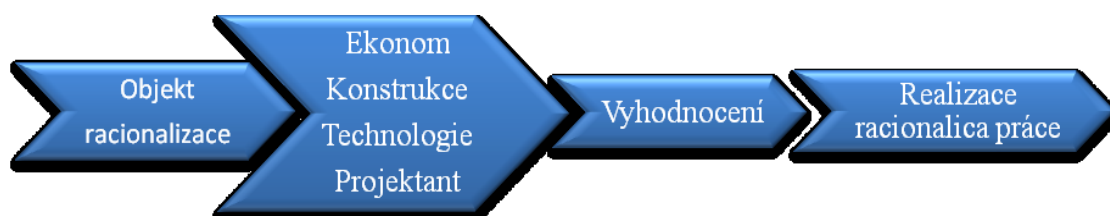
- funkčního (technologie výroby, řízení, normování práce)
- místního (určité pracoviště, rozmístnění, ergonomie)
- prvkového (zabývá se strojním parkem, bez ohledu na lidskou práci)
- parametrového (objektem zájmu je jeden z parametrů vypovídající o funkční úrovni zkoumaného objektu)



Obr. 3 Komponentní přístup

1.3.2 Komplexní přístup

Komplexní přístup se dá principálně vysvětlit jako vícehlediskový přístup, který řeší všechny části celku jednotlivě. To znamená, že objekt racionalizace práce se posuzuje zároveň z hlediska ekonomického, organizačního, logistického, technologického, konstrukčního apod. Následně se tyto souběžné (ale jednotlivé) přístupy vyhodnotí a na jejich základě se navrhne konkrétní racionalizační opatření.



Obr. 4 Komplexní přístup

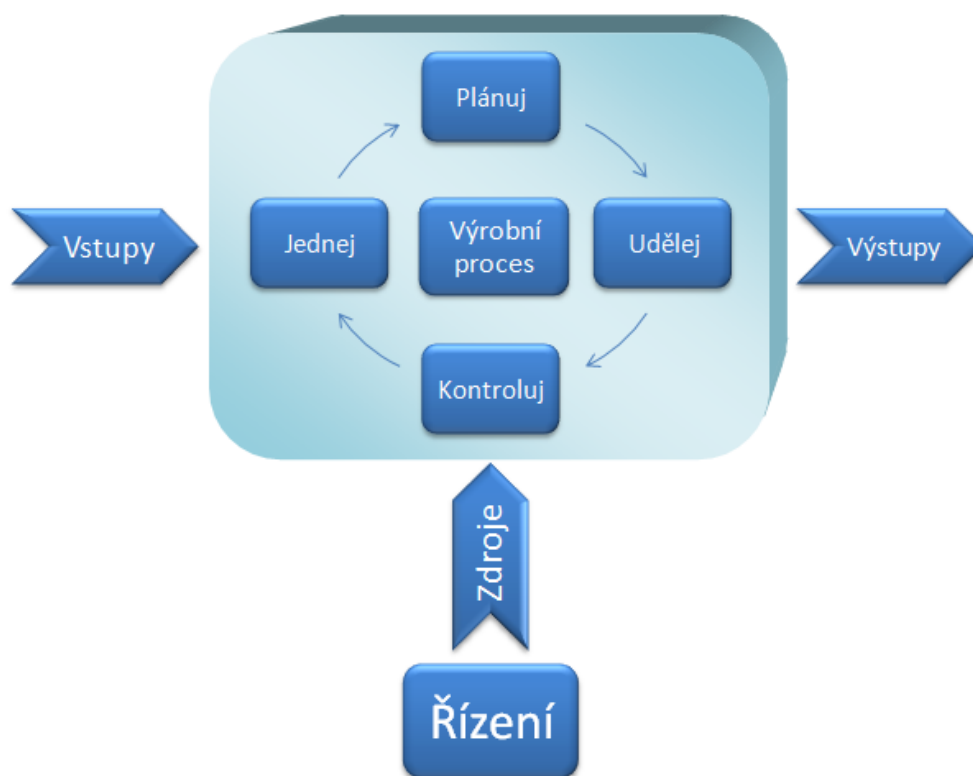
1.3.3 Systémový přístup

Vzhledem k současnému vědeckotechnickému pokroku bylo nutné zdokonalit i metodiku studia racionalizace práce. Na rozdíl od jednostrannosti komponentního přístupu a nedostatečně koordinovaného přístupu komplexního, byť vícehlediskového, je nutné při systémovém přístupu brát v úvahu vzájemné vztahy a vazby řešeného objektu vůči svému okolí. Pracoviště musí být vybalancované s ohledem na pracoviště předchozí a následující tak, aby nevznikala úzká místa, která způsobují prostoje.

1.3.4 Procesní přístup

Procesní přístup je vysvětlován jako způsob, kdy jsou procesy neustále vylepšovány. Cílem je přitom maximální spokojenost zákazníka s přidanou hodnotou daného výrobku. Přidaná hodnota je v procesním přístupu řešení racionalizace práce nejpodstatnějším ukazatelem.

Proces je přeměna vstupů na finální produkty prostřednictvím operací přidávajících hodnotu v požadovaném množství, kvalitě a čase za cenu, kterou je zákazník ochotný zaplatit.



Obr. 5 Procesní přístup

10 kroků k procesnímu přístupu:

- 1 • Odpovědnost za proces
- 2 • 3S – samořízení, samokontrola a samoorganizace
- 3 • Pružná autonomie procesních týmů
- 4 • Variantní pojetí procesu
- 5 • Znalosti a informační bezbariérovost
- 6 • Integrace a komprese prací
- 7 • Procesní zaměření motivace
- 8 • Uplatnění týmové práce
- 9 • Ergonomie pracoviště
- 10 • Delinearizace prací

Výhodou procesní organizace je možnost přímo vyčíslit ekonomické přínosy, jako např. úsporu nákladů, výši tržeb, zvyšování kvality, produktivitu apod.

Tab. 1 - Rozdíly mezi útvarovým a procesním řízením v podniku:

Tradiční organizace	Procesní organizace
<ul style="list-style-type: none"> • Platí mě můj šéf • Funkční útvary • Vykonavatelé činností • Jednoduché úkony • Kontrola podřízených • Hierarchická organizace • Řízení lidí • Vědomosti • Nejlepší je být zticha • Jsem placen za počet podřízených • Ať dělám co dělám nic se nezmění • Odměňování za činnosti 	<ul style="list-style-type: none"> • Moji mzdu a náklady platí zákazník • Procesní / projektové týmy • Vlastníci procesů • Mnohostranná práce • Delegování pravomocí • Odpovědnost za hranice organizačních jednotek • Převzetí větší míry zodpovědnosti • Plochá organizace • Vedení a koučing • Schopnosti • Jsem placen za vytvořenou hodnotu • Prohrajeme i vyhrajeme jako tým • Odměňování za výsledky – zákazník

[1]

1.4 Zpracování racionalizační studie

Racionalizační studie obsahuje základní specializační určení, časové a prostorové struktury organizačního celku, materiálové toky a znázornění dalších vázaných operací. Zkoumá pracovní operace a pracoviště jako nejmenší organizační celek. Studuje možnosti využití stávajících výrobních kapacit za současného snižování nákladů, zabývá se racionalizací organizační struktury, výrobních technologií, zásobováním a manipulací s materiálem. V těchto oblastech hledá chyby a skryté rezervy. Navrhuje systémová řešení, která jsou základem pro racionalizaci systému řízení výroby.

Výstupem z racionalizační studie jsou návrhy variant výrobního systému od nejnižších stupňů, kterými jsou jednotlivá pracoviště nebo skupiny pracovišť, přes střední management až po nejvyšší organizační celky.



Obr. 6 Postup při řešení racionalizační studie

Příprava podkladů

V rámci přípravy podkladů se zabýváme stanovením hlavních cílů racionalizace práce, vymezením oblasti řešené problematiky a především sběrem vstupních dat pro následnou analýzu.

Rozbor a vyhodnocení

Tato fáze obsahuje rozbor výrobního programu, finálních výrobků, součástkové základny, informačních toků, organizace výrobního systému. Rozbor se provádí ve všech oblastech pracovního procesu a kontroluje se soulad součástí výrobního profilu s charakterem výrobního programu. Výrobním profilem rozumíme pracovníky, stroje a zařízení, technologie, pracoviště, objekty a organizace.

Modelování pracovních úseků

Podstatou je formování představ o racionálním řešení pracovních úseků z hlediska organizace, technologie a materiálových toků. Kupříkladu na úseku montáže je těžištěm zájmu organizace práce, na úseku výroby součástí je stěžejní oblastí technologie. Znalost organizačních záměrů vyplývajících z celkové koncepce je předpokladem pro efektivní modelování pracovních úseků.

Návrh modelu organizace

Po modelování nových pracovních úseků následuje jejich začlenění do modelu organizační struktury, se zřetelem na jejich vstupní a výstupní vazby. Řeší se rozmístění pracovních úseků v rámci řešeného závodu s ohledem na časovou a prostorovou strukturu.

Finanční kalkulace a plán realizace racionalizačních prací

Vzhledem k tomu, že jedním z hlavních cílů společnosti je zvyšování zisku, stává se finanční kalkulace rozhodujícím faktorem při posouzení navrhovaných racionalizačních změn. Porovnává výrobní náklady srovnatelné základny a navrhovaného stavu. Součástí finanční kalkulace je i návratnost jednorázových investic.

1.5 Metodika racionalizačních studií

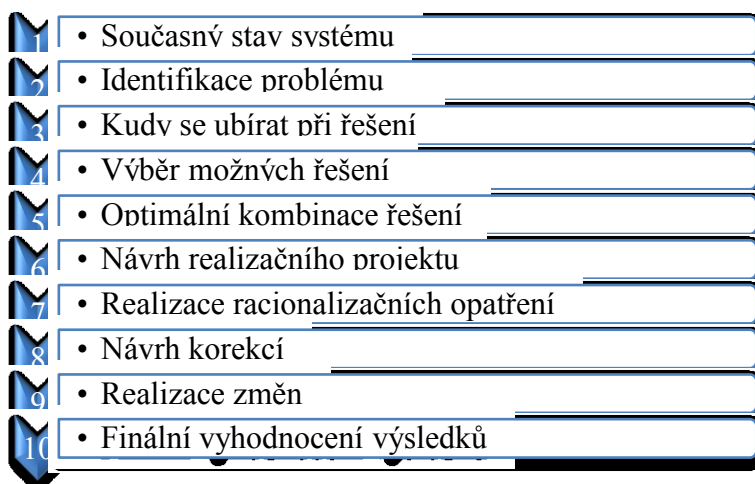
V každém dílčím kroku racionalizační studie využíváme určitého pracovního postupu, který má směřovat k optimálnímu řešení daného problému. Při provádění racionalizačních studií se využívá systémová racionalizace práce s uplatňováním vědeckých zásad.

Na začátku každé racionalizační studie je nutné posoudit způsob fungování současného systému a nasbírat potřebná data pro provedení objektivní analýzy. Na základě analýzy současného stavu se určí, co je potřeba v dané organizaci řešit.

Následně je třeba rozhodnout, kterými směry se má racionalizace ubírat, a vybrat vhodné kombinace racionalizačních řešení na jednotlivých pracovních úsecích, aby nedocházelo k nevyrovnaným vazbám, kdy jedno výkonnější pracoviště zahučuje druhé. Dalším krokem je sestavení realizačního projektu, který stanovuje, jak se má postupovat a co je potřeba změnit. Po provedení navržených změn je vhodné provést zhodnocení efektů racionalizačních změn. Bylo by bláhové předpokládat, že na první pokus vše vyjde perfektně, a proto je třeba provést korekce již navržených úprav. Po realizaci korekcí se provede ověření konečných výsledků a vyhodnotí se přínosy navržených změn.

Takto se provádějí racionalizační studie, které čerpají z moderních vědeckotechnických poznatků v průmyslové výrobě.

Obecný postup při provádění racionalizačních studií



1.6 Metody stanovení norem času

Normy času se stanovují metodami odpovídajícími charakteru výroby a práce, s ohledem na jejich požadované přesnosti, vypovídající hodnotu, efektivnost jejich výpočtu, jak podrobně je technicky smysluplné stanovit přesný a závazný pracovní a technologický postup

Metody stanovení normy času se dělí do dvou základních skupin:

- rozborové metody
- sumární metody

1.6.1 Rozborové metody stanovení výkonnostních norem

U rozborových neboli analytických metod stanovení norem času je podstatou rozbor normované práce na základní úseky a určení jejich časové náročnosti. Dále se zkoumá čas obecně nutných i podmíněčně nutných přestávek. Z těchto časů se následně vypočte norma času na jednotku pracovního úkolu.

Rozborové metody se dělí na:

- rozborově výpočtové
- rozborově chronometrážní
- rozborově porovnávací

Metoda rozborově výpočtová

Metoda rozborově výpočtová vychází z rozkladu operace na její elementární části, kterými jsou úseky, úkony a pohyby. Norma se vypočítá na základě předem připravených normativů různého druhu. Výhoda spočívá v rychlosti stanovení normy času oproti jiným rozborovým metodám za předpokladu vhodně upravených a sestavených normativů. Rozborově výpočtové metody jsou vhodné pro použití ve všech typech výroby za podmínky existence časových normativů pro danou oblast. Pro hromadné výroby jsou podrobné a velmi přesné normativy nutností, protože zahrnují vlivy různých činitelů trvání času, např. normativy pohybu. Naproti tomu u kusové a malosériové výroby je zapotřebí normativů sdružených a průměrovaných tak, aby dovozovaly rychlý výpočet času.

Ve velkosériových a hromadných výrobách je podrobný postup výpočtu normy členěn do následujících fází:

- základní seznámení s danou pracovní operací za existujících podmínek
- zpracování dokumentace obsahující popis normované pracovní činnosti, nákres upořádání pracoviště, seznam použitého nářadí a pomůcek, popis pracovního prostředí a předmětu práce, bezpečnostní a hygienické podmínky
- stanovení technologických podmínek, respektujících technologii s požadavky na přesnost, rychlost, výrobní tolerance, teploty apod.
- pracovní postup definuje nezbytné dílčí operace při zachování stanovené přesnosti a činitelů trvání potřebných změn
- klasifikace jednotlivých částí operace, jasné rozlišení ručních, strojních a strojně ručních prací, oddělení prací za chodu a za klidu, rozčlenění přestávek na obecně nutné a podmíněčně nutné, zařazení konstantní a kontinuální části operace (konstantní – výměna elektrody, kontinuální – svařování)
- stanovení času dílčích částí operace se provádí na základě platných normativů (MTM, SNPP).
- ověření správnosti údajů se provádí porovnáváním s již normovanou prací nebo s použitím časových studií. Pokud po kontrole dojdeme k závěru, že došlo k překročení dovolených mezí, je nutné provést korekci studie.

Při určování norem času je nutné, bez ohledu na typ výroby, respektovat stanovené schéma skladby konkrétní normy času vyplývající z rozboru dané pracovní operace, potažmo pracovního postupu.

Metoda rozborově chronometrážní

Princip rozborově chronometrážní metody spočívá v důkladném rozboru pracovní operace, přičemž ke stanovení časů pro jednotlivé části operace se využívá kromě normativů i snímkování operace neboli chronometráže. Velké uplatnění nachází rozborově chronometrážní metoda v případech, kdy pro danou operaci nejsou k dispozici žádné normativy času. Pak ke stanovení dílčích časů slouží právě chronometráž.

Velká výhoda této metody spočívá v možnosti prozkoumat normovanou operaci důkladněji, než dovolují vypracované normativy a v důsledku specifických technicko-organizačních podmínek daného pracoviště upravit jejich hodnoty. Hloubka členění normativů zde není limitujícím faktorem, ba naopak tato metoda umožňuje větší míru členění, a to především v případech, kdy skladba normativů není pro normovanou operaci dostatečná.

Studium norem času při použití rozborové chronometrážní metody je shodné jako u metody rozborové výpočetní. Důležité je dodržení těchto zásad:

- před samotným měřením se provádí kontrola pracovního postupu a technicko-organizačních podmínek
- v souladu s pracovním postupem provést rozdělení operace do dílčích částí
- vybrat optimální druh pracovního snímku s ohledem na charakter činnosti a měření opakovat s různými pracovníky

Metoda rozborově porovnávací

Pro aplikaci rozborově porovnávací metody je nezbytné znát časy konstrukčně a technologicky podobných výrobků, kterým byla již dříve stanovena norma času rozborovou metodou výpočtovou nebo chronometráží. Porovnáním s nimi se určují časy jednotlivých částí dané operace. Sdružováním do speciálních typových normativů se urychluje výpočet jednotlivých částí operace za podmínky obdobného pracovního postupu pro daný tvar vyráběné součásti.

Metoda zjednodušuje a zrychluje výpočet konkrétních norem při zachování vysoké kvality. Je vhodná pro výrobky různých velikostí, ale výrobky musí být tvarově podobné. Nachází uplatnění především v kusových a malosériových výroбах s nízkou opakovatelností výroby, se složitějším pracovním postupem, tvarovou podobností a shodnou technologií výroby. Pro správné použití rozborově porovnávací metody jsou zapotřebí objektivní podklady ve formě typových norem.

1.6.2 Sumární metody stanovení výkonnostních norem

Metoda sumárních empirických vzorců

Metoda sumárních empirických vzorců uplatňuje pro daný druh operací kusové a malosériové výroby vyjádření závislosti normy jednotkového času na hlavním faktoru trvání jednoduchým empirickým vzorcem typu:

$$t_a = a \cdot x^n$$

Kde t_a je výsledná norma jednotkového času, a je součinitel odpovídající určitému tvaru, složitosti, požadované přesnosti výrobku nebo určitému rozmezí hlavního činitele trvání času x , n je mocnitel.

Metoda sumárně porovnávací

Na rozdíl od rozborové porovnávací metody se sumární porovnávací metoda nezabývá hluboce členěnými dílčími složkami dané operace, ale určuje čas normy jako celek. Pro porovnávání se používají normy času, které již byly zpracovány u technologicky a konstrukčně podobných výrobků

Metoda statistická

Metoda statistická využívá statistických záznamů výkonů dosažených na určitých operacích v minulosti při výrobě konstrukčně a technologicky podobných výrobků.

Metoda sumárního odhadu

Jedná se o nejprostší metodu určení normy času, kdy se odhaduje na základě osobních zkušeností. Tento způsob zahrnuje riziko vážné chyby. Ovšem u zaměstnanců se zkušenostmi v řádech desítek let může být odhad velmi přesný a spolehlivý. Dalším nebezpečím této metody je, že se nevychází z toho, jak by se normovaná operace měla provádět, ale pouze z dřívějších zkušeností, jež mohou obsahovat dřívější chyby a mohou tak brzdit inovaci a optimalizaci dané operace.

1.7 Štíhlá výroba

1.7.1 Co je to štíhlá výroba

Štíhlá výroba neboli Lean manufacturing je metodika vyvinutá ve firmě Toyota v 50.-60. letech 20. století jako Toyota Production Systém (TPS). Překlad amerického „lean“ je zavádějící, měl by být spíše „libový“, „odtučněný“ „bez tloušťky“. Což je způsobeno faktem, že tento způsob výroby nepochází z amerických, ale japonských průmyslových experimentů, kde se mu původně říkalo „přímá výroba“. Zakladateli této metodiky jsou Taichi Ohno a Shigeo Shingo. **V podstatě se jedná o přístup k výrobě, kde se producent snaží maximálně uspokojit zákaznické požadavky tím, že bude vyrábět jen to, co si zákazník žádá.** Vyrábí se v co možná nejkratší době s minimálními náklady, s vysokou kvalitou a minimalizací plýtvání. Řídí se heslem „naš zákazník, náš pán“, což reflektuje novým náhledem na rovnici zisku, kdy tradiční:

- $\text{Náklady} + \text{Zisk} = \text{Cena}$

transformuje na:

- $\text{Cena} - \text{Náklady} = \text{Zisk}$

Čímž se myslí, že zákazník neplatí za chyby, plýtvání a náklady firmy.

1.7.2 Univerzálnost štíhlé výroby

Štíhlou výrobu původně přijalo za své automobilové a elektronické průmyslové odvětví. Automobilky vyvinuly oblast štíhlé výroby pro velké výrobky se skladebnou konstrukcí a velkým množstvím objemově náročných subdodávek od externích dodavatelů. Elektronický průmysl aplikoval zásady štíhlé výroby pro složité skladebné výrobky malých rozměrů se zásobami přímo na pracovišti. Mezi těmito dvěma základními koncepcemi vzniklo mnoho přechodových forem.

Štíhlou výrobu osobních automobilů přijali za své výrobci traktorů, stavebních a zemědělských strojů, spalovacích motorů, elektromotorů a transformátorů, obráběcích a tvářecích strojů, nábytku, konfekce, porcelánu, obuvi, sklárny apod. Druhou vývojovou větev, čili elektronické odvětví, následovala výroba vakuová, optická, jemné mechaniky, drobné kovovýroby, bižuterie, hraček, cukrovinek a ručních zbraní. Některé výroby využívají některých prvků průmyslové štíhlosti, jako například potravinářské, chemické a papírenské provozy.

1.7.3 Výrobní čas

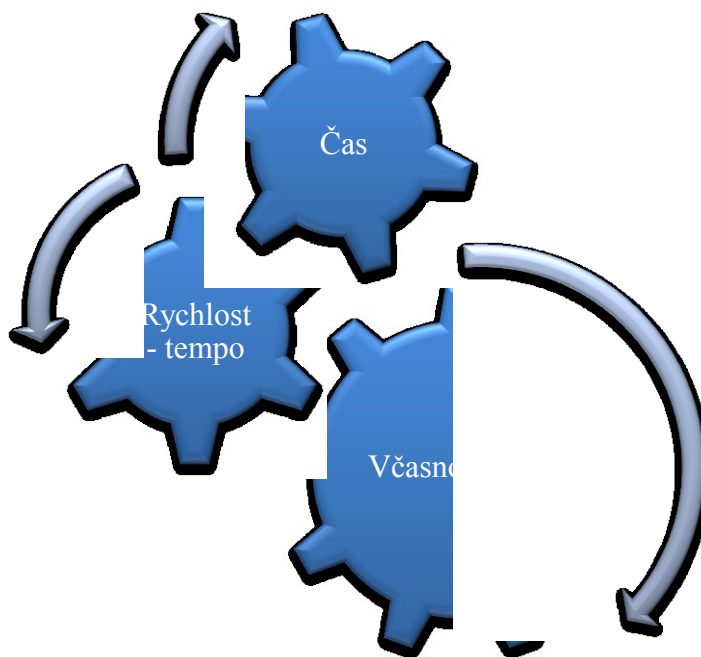
V Japonsku dostanete svůj vůz do čtyř dnů od objednání. Aby byla taková rychlost vůbec možná, je nutné mít všechny součástky pohromadě. Toho se dříve dosahovalo za cenu vysokých zásob. Ne tak v Toyotě, kde již v roce 1926 aplikovali filozofii Just in Time (JIT), počestěnou jako „právě v čas“. Česko není Japonsko a přepokládat, že stačí převzít metodu, by bylo trestuhodné. Je to mnohem víc než metodika, pravidla a postupy, je to filozofie, nátura a vztahy. **V japonských průmyslových poměrech bude dodavatel schopen krkolomných výkonů, aby vyhověl.** Nebude se vymlouvat, že to nejde, že on za to nemůže, nebude vyjednávat zvláštní podmínky a domáhat se vícenákladů či přírážek. Dodavatel patří do tradiční „průmyslové rodiny“ (keirecu), se kterou sdílí dobré i špatné. To se dá (zatím) stěží očekávat od středoevropských podnikatelských subjektů. Evropský inženýr dá s největší pravděpodobností přednost větším zásobám.

Čas na vývoj, výrobu, prodej, služby je centrem zájmu výrobního způsobu. Čas plyne čím dál rychleji, zkracují se doby mezi myšlenkami a jejich realizací a komercializací. Čas ve výrobě je zásadním faktorem, který rozhoduje o tom, kdy a za kolik se má co vyrobit, zda se zakázka stihne v sjednaném termínu, protože konkurence nespí. Zpoždění by mohly ohrozit investice vložené do výzkumu, vývoje a tréninku lidí. V Toyotě se používají „technologické sešity“, do kterých se zaznamenávají veškeré sebemenší nápady na úsporu času a zlepšující stávající řešení.

Štíhlá výroba se stala synonymem vysoké ekonomie času, vysokého zhodnocení práce a kapitálu, což jsou příčiny jejího významného rozšíření. Je to způsob výroby, který staví na znalosti hodnoty času, tempa a rychlosti. Ověřením správné teorie je její konfrontace s praxí, což je vzhledem k zájmu různorodých společností o tento způsob výroby více než zřejmé. Konkurence roste, nespí a je připravená se poprat o každého zákazníka. Pojem superkonkurence již není neurčitým strašákem z manažerských slovníků. Revoluční nástup nových technologií, výrobní techniky, automatizace, robotiky postupuje se zrychlujícím se efektem dopředu. V minulosti bylo konkurenční výhodou nižší cena, v další etapě následována jakostí, v období vědecko-technické revoluce z šedesátých let se přidala novost jako konkurenční přednost. V dnešní době se přidala rychlost, která vstoupila do středu pozornosti teprve nedávno.

Na zmiňovanou rychlost se můžeme dívat ze dvou hledisek:

- za prvé je důležité, aby se vyvíjelo, vyrábělo a prodávalo v tempu, jelikož rychlost znásobuje prostředky,
- za druhé dodržování zásady Just in Time, která vede k tomu, aby se vše stihlo včas, bez zbytečných prostožů, které znehodnocují vynaložené síly a prostředky.



Obr. 7 Výrobní čas

1.7.4 Přechod z operačního přístupu na procesní

Průkopníky této myšlenky byly opět japonské podniky. Následně se tento princip rozšířil po celém světě a stal se velmi uznávaným nástrojem radikální ekonomie času. Hovoříme-li o výrobním procesu, máme tím na mysli logický sled operací, což ovšem nekoresponduje s tím, čím má výrobní proces v optimálním případě být, a to především **hutným, plochým a nepřetržitým nebo aspoň těsně navázaným zřetězeným dějem**. Pokud dojde k rozdrobení výrobního procesu do jednotlivých operací, přičemž se každá z nich provádí na jiném pracovišti, na jiných strojích a jinými pracovníky, dochází ke vzniku mnoha přestávek, střídání, začínání a ukončování, což spotřebovává čas, síly, prostředky i finance.

Procesní přístup má tendenci:

- slučovat operace
- aplikovat plochý tvar bez hierarchie
- postupovat procesem pokud možno nepřetržitě
- upřednostňovat řízení zepředu

1.7.5 Vyrovnávání zatížení pracovníků

Jak sdělil jeden z inženýrů Toyoty, „klíčem k tajemství úspěchu Toyoty je, že naslouchá svým zákazníkům“. S mimořádnou pohotovostí vychází vstříc požadavkům zákazníka. Což může způsobit vznik vícenákladů v důsledku „jalové výroby“, kdy jsou lidé i stroje jednou přetížení a jindy zase nevyužiti. Základem jsou kapacitní propočty a informace o výkonnosti jednotlivých pracovníků. Řešením je řadit k sobě souběžně zhotovované výrobky, tak aby docházelo k vyrovnávání zatížení lidí i strojů. U strojů je situace jednodušší v případě pružně programovatelných výrobních zařízení, která skýtají možnost přizpůsobovat se proměnlivým nárokům. Na nižší úrovni technologie se doporučuje zadávání podobných součástí ke společné výrobě, za účelem využití stejných strojů, náradí a přípravků. V krajním případě se výrobní zařízení použije na nějakou náhradní výrobu, která využije výrobních mezer. Pokud se tyto principy po čase opakují, zůstávají v podvědomí řídicích pracovníků vzory zadávání do výroby, o kterých se již ví, že podporují vyvážené zatížení.

Složitější bylo dosáhnout rovnoměrného zatížení u pracovníků. Toyota toho dosáhla tím, že pracovníci se nesespecializovali na jednu pracovní pozici, ale učili se i sousedním operacím, takže **dokázali přecházet z jednoho pracoviště na druhé, kde jich bylo zrovna zapotřebí.** Z toho vyplývá i další výhoda, kterou je zastupitelnost v případě nemoci nebo jiných vážných důvodů. To co můžeme japonskému záводу závidět jsou loajální zaměstnanci, ochotní být kdykoliv kdy je to třeba k dispozici na různých pozicích. Ale nejde jen o všestrannost a poslušnost, čím se japonský dělník liší od evropského. K vyšší úrovni se dospěje, když v provozech vzniknou týmy se schopností samy zdokonalovat výrobní proces, snižovat pracnost, zvyšovat produktivitu a ručit za kvalitu.

Zásady podle „3S“ :

- sebeorganizace
- sebeřízení
- sebekontrola

Tyto týmy jsou pokládány za „majitele procesu“ a autonomně v něm „podnikají“, nejsou uměle vytvářeny ze shora, ale přirozeně organicky vyrůstají. Stejně tak jejich řízení si získává autoritu postupně přirozenou cestou, nikoliv příkazem ze shora.

1.7.6 Zrychlený výrobní rytmus

Od okamžiku spuštění výroby, která byla sice předem racionálně namodelována a propočítána, se každé pracoviště a každý pracovník snaží přijít na to, jak práci ještě více optimalizovat a zkrátit čas výroby. V některých případech vznikají obavy, že dojde k narušení rytmu na jiných pracovištích. Pokud rychlejší pracoviště je se svou prací hotovo, může všestranný pracovník plynule přejít na pracoviště, kde je ho zapotřebí a vybalancovat tak nerovnoměrnost výrobního procesu. Optimalizace pracovních úseků může pokračovat tak daleko, že se jeden člen pracovní skupiny stane přebytečným. Co s ním, kdo bude uvolněn? Kdybychom se zeptali nějakého českého vedoucího pracovníka, s největší pravděpodobností dostaneme odpověď, že odejde ten nejpomalejší, který nestačí výkonnostně ostatním členům týmu. Japonský mistr by však vyčlenil z týmu naopak toho nejlepšího, který svými schopnostmi převyšuje ostatní, ten by byl povýšen, aby pracoval na tvořivějším, důležitějším a odpovědnějším místě...

1.7.7 Proti chybám

Všude dochází k tomu, že se pracovníci dopouštějí chyb, buď z důvodu nedostatečné připravenosti na pracovní proces nebo z důvodů osobních jako jsou starosti, únava či chvilková nesoustředěnost. Proto se napřed pracovník zapracovává v takzvané zkušební lhůtě, kdy se od něj ještě neočekává plný a bezchybný výkon. Kdyby byl ihned zpočátku plně zapojen do běžné výroby, mohlo by docházet ke zpomalování tempa celé dílny v důsledku úzkého místa, které nezpracovaný pracovník tímto vytvoří.

I zkušený a znamenitý pracovník se může dopouštět neúmyslných omylů a chyb, a proto přišly japonské závody se systémem **POKA-YOKE**, což je nízkonákladové, vysoce spolehlivé zařízení, které zastaví probíhající operaci a preventivně chrání výrobní zařízení a výrobu před zmetky. Umožňuje vykonat operaci pouze jediným možným, tím správným, způsobem. Aby nedošlo k překročení rozměru, montují se zarážky, aby pracovník nezapomněl montovanou součást, optické senzory kontrolují např. výšku výrobku před spuštěním automatické sekvence stroje. POKA-YOKE najde uplatnění i oblasti bezpečnosti práce, kdy jsou spínače stroje umístěny tak, aby byl pracovník v bezpečné vzdálenosti.

1.7.8 Nástroje štíhlé výroby

5S

5S je označení pro 5 hlavních pravidel, kterými by se měl podnik snažící se zavést štíhlou výrobu řídit.

- | | |
|---|---|
| 1 | • <i>Seiri</i> - Separovat - zkontrolovat zda se na pracovišti nenachází zbytečné položky |
| 2 | • <i>Seiton</i> – Setřít – Označit položky vyskutující se ve výrobě výpovídajícími názvy |
| 3 | • <i>Seiso</i> – Uspořádej - Logické uspořádání položek, s ohledem na postup ve výrobním procesu. |
| 4 | • <i>Seiketsu</i> – Zdokumentuj zaznamenat a standardizovat všechny postupy. |
| 5 | • <i>Shituke</i> – Dodržuj - Systematizovat a dodržovat zjištěné postupy a plány. |

5 Proč

Jde o metodu zjištění skutečné (kořenové) příčiny neúspěchu, ať už se jedná o zmetek, poruchu zařízení nebo systémové selhání. Pokud se odstraní pouze povrchová příčina, nikoliv ta iniciační, může a pravděpodobně také dojde k opakování nežádoucího stavu. Praxe ukázala, že pět za sebou jdoucích otázek odstraní zdánlivé ne-základní příčiny a odhalí tu, která skutečné problémy zapříčiňuje.

Andon

Je signalizační zařízení, (obvykle světelné) informující o aktuálním stavu pracoviště.

Jedná se vizuální kontroly současného stavu ve výrobě. Typicky rozlišuje 4 stavy:

- zelená - produkce
- oranžová - výměna nástroje, nebo změna výrobku
- červená - porucha, přerušení výroby
- bílá - plánovaná odstávka.

V podstatě se jedná o systém rychlého upozornění na problém ve výrobním procesu.

Jidoka

Jidoka je princip zabráňující postupu chyby nebo zmetku dále ve výrobním procesu. Pokud pracovník zjistí nedostatek, ohlásí chybu na tabuli Andon.

Just in Time

Just in Time je základním stavebním kamenem štlhlé výroby, definuje přístup k výrobě, který umožňuje vyrábět v určeném množství a čase dle přání zákazníka. JIT redukuje nadbytečné zásoby, které v sobě skrývají vázaný kapitál, a zvyšuje návratnost investic.

Koncept JIT se skládá z těchto prvků:

- výroba na objednávku
- vyrábí se v malých sériích a dodávají se malá množství v přesně určeném čase
- vysoká frekvence dodávek
- důraz na kvalitu ve výrobě
- motivace pracovníků
- zamezení plýtvání času, prostředků a kapacit
- výběr spolehlivých subdodavatelů
- vyrábí se jen to, o co je zájem

Kaizen

Kaizen znamená v překladu „změna k lepšímu“. Každý pracovník se podílí na neustálém zlepšování, byť i malými, zdánlivě bezvýznamnými, úpravami stávající výroby.

Kaizen staví na:

- vysoké úrovni morálky
- týmové práci
- personální disciplíně
- průběžném zlepšování
- vysoké kvalitě

Poka-Yoke

(viz kapitola Proti chybám)

SMED (single minute exchange of die) – rychlá výměna nástrojů

Metoda umožňuje snížení doby změny a seřízení stroje, čímž zvyšuje flexibilitu výroby a rychlost reakce na poptávku bez navyšování rozpracovaných zásob. Seřizování se dělí do dvou částí:

- interní – probíhá přímo na výrobním zařízení, které tím blokuje
- externí – probíhá v předstihu, mimo výrobní zařízení, které je tím pádem k dispozici

Snahou je minimalizovat časy prostojů a čekání na seřízení stroje.

TPM (Total productive maintenance) – totálně produktivní údržba

TPM slouží k provozování strojů a zařízení v optimálních a dlouhodobě udržitelných podmínkách, což vede k téměř 100% využitelnosti strojů a zařízení ve výrobním procesu. Na údržbě se podílejí samotní pracovníci, kteří musí umět:

- rozpoznat abnormální chod stroje
- udržovat normální podmínky
- samostatně provádět kontrolu důležitých částí

Do štihlé výroby patří mnohem více nástrojů, pouček a metod, jako např.: VSM, Takt time, Shojinka, Kanban, Lead time, Standard work apod. Vybral jsem jen ty podle mého názoru nejpoužívanější. Štihlá výroba se neustále vyvíjí a třeba právě teď někde vzniká převratná metoda rapidně zvyšující přidanou hodnotu ve výrobním procesu.

1.8 Simulace podnikových procesů

1.8.1 Simulace jako nástroj pro analýzu procesů

Počítačová simulace našla v praxi široké využití jako metoda pro analýzu výrobních, obslužných, komunikačních, vývojových a zásobovacích systémů. Pomocí simulace mohou manažeři předvídat změny v chování výrobního systému, způsobené jak vnitřními, tak vnějšími vlivy a optimalizovat podnikové procesy s ohledem na vytyčené cíle jako např.:

- zvýšení zisku
- snížení výrobních nákladů
- ověření kvality
- srovnání navrhovaných alternativ výrobního procesu

Zásadní výhodou počítačových simulací je skutečnost, že vše se odehrává v počítači v rámci simulačního modelu, bez nutnosti zasahovat do reálného provozu v podniku. To přináší značné finanční a časové úspory, neboť není třeba platit mzdu pracovníkům, kteří by museli provádět přestavbu pracovišť, a nedochází k přerušení výrobního procesu. Simulace jedné pracovní směny trvá, v závislosti na složitosti simulovaného procesu a výpočetním výkonu počítače, řádově desítky sekund, což umožňuje provádět velké množství replikací simulace pro ověření správnosti výsledků a vyloučení náhodných jevů. Počítačová simulace umožňuje studovat různé alternativy navrhovaných změn v systému a ověřit tak důsledky těchto změn. Po porovnání výsledků následně vybrat nejvhodnější řešení pro danou situaci a tím snížit riziko špatných rozhodnutí na minimum, protože chyba objevená během experimentů v simulačním programu je nesrovnatelně levnější než chyba odhalená až po realizaci změn ve výrobním provozu.

Podstatou simulace je napodobení chodu reálného výrobního procesu pomocí počítačového modelu a sledování jeho chování při různých experimentech. Simulace podnikových procesů skýtá široké a různorodé využití. Výrobní procesy jsou veskrze komplikované, pravděpodobnostní a dynamické chování těchto systémů je spíše pravidlem nežli výjimkou. Při určité úrovni složitosti jsou některé procesy zcela neřešitelné konvenčními analogickými postupy. Ne tak u simulace, kde právě ve složitosti zkoumaných systémů vyniknou přednosti simulace. Právem je tak simulace ve středu zájmu manažerů a důležitým nástrojem pro analýzu a optimalizaci výrobních systémů.

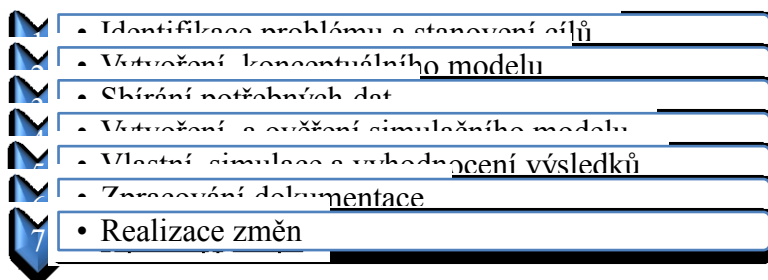
Mezi nejužitečnější výstupy ze simulace výrobních procesů patří:

- vytížení výrobních kapacit a zdrojů
- identifikace úzkých míst
- sledování nákladů (celkových, režijních, přímých)
- statistiky poruch, prostojů a ztrát jimi způsobených
- doby čekání výrobků na zpracování u strojů s omezenou výrobní kapacitou
- optimální velikost výrobních zásobníků
- spotřeba materiálů a vhodné plánování zásob
- podrobný popis struktury výrobního procesu

Při použití simulace je nutné zabývat se i náklady s ní spojenými. Jde především o personální náklady na zkušeného analytika, čas manažerů potřebný na konzultaci a s analytikem, licenční poplatky za používání simulačního programu, náklady na sběr dat a výpočetní techniku.

1.8.2 Etapy simulačních projektů

Simulační projekty se provádějí za účelem optimalizace výrobního procesu, a to především z hlediska vyšší produktivity práce, nižších nákladů, vyšší stability procesu. A dělí se na tyto základní etapy:



Zde vedené členění na jednotlivé fáze není jediným možným. Různé firmy používají jimi osvědčené postupy zpracování simulačních projektů. Většinou se ovšem jedná o obsahově a věcně velmi podobné postupy.

Identifikace problému a stanovení cílů

Základem každého úspěšného projektu je znát zásadní problém a přesně definovat, co se má řešit. I dobří manažeři mají někdy problém správně identifikovat jádro problému, postup řešení a stanovit reálné cíle. „Máme nízké zisky“, „nejsme schopni zvýšit produktivitu práce“ apod. jsou nic neříkající fráze, které k řešení skutečného problému nevedou. V těchto případech je vhodné použít metodu 5 Why? (5 Proč?). Na úvodní schůzce zákazníka s řešitelským týmem je nutné si prodiskutovat:

- vyjasnění kořenových problémů a stanovení uskutečnitelných cílů, např. problém je ve vysokém vytížení pracovníka, cílem optimalizace je vybalancovat zatížení pracovníků na jednotlivých pracovištích, aby se mohli plně věnovat vykonávání své práce, ke zlepšení povede, když obslužné práce pro tato čtyři pracoviště bude vykonávat jeden pomocný pracovník
- zda je simulace vhodnou metodou a dojde-li k realizaci projektu
- základní stanovení odpovědností za daný projekt a určení způsobu komunikace mezi řešitelským týmem a zákazníkem

Vytvoření konceptuálního modelu

Než se začne modelovat sledovaný proces v simulačním programu, je nutné načrtnout základní představy o řešeném procesu a rozhodnout, podle jakých kritérií bude hodnocena efektivnost systému, jak podrobná bude úroveň modelovaných procesů. Je třeba definovat zdroje, objekty a činnosti, které bude simulovaný proces obsahovat. Zmapovat materiálové toky, vztahy a vazby mezi jednotlivými pracovišti, priority podnikových procesů apod.

Sbírání potřebných dat

Simulace je metodou poměrně hodně náročnou na vstupní data, avšak model je možné vytvořit i bez nich, a to na základě analogie s podobnými procesy nebo na základě názorů expertů. Pokud jsou data k dispozici, je důležité ověřit jejich věrohodnost, zjistit, jakým způsobem byla získána a jestli odpovídají realitě. Při zkušebním měření může dojít k odhalení variability trvání činností, o čemž výrobní normy nevypovídají.

Vytvoření a ověření simulačního modelu

V této fázi dochází ke tvorbě programového kódu v podobě počítačového modelu, který vychází z konceptuálního modelu z 2. etapy. V dnešní době probíhá tvorba modelu v uživatelsky přívětivém grafickém prostředí, které je optimalizováno pro jednoduché a intuitivní ovládání. V ojedinělých případech může řešitelský tým při návrhu modelu dospět k závěru, že daný simulační program není pro řešený projekt vhodný. V této fázi dochází k prvnímu ověření správnosti navrženého modelu, neboť striktní počítačová logika odhalí, co mohlo být při prvním pohledu na řešený proces přehlédnuto. Ověřením se rozumí kontrola vlastností simulačního modelu ve smyslu jeho souladu se reálným výrobním procesem. Nejjednodušším ověřením je konfrontace výstupních dat s daty naměřenými ve skutečnosti. Vzhledem k faktu, že počítačový model je vždy zjednodušením reálného procesu, nelze očekávat absolutní shodu modelu s reálným procesem.

Vlastní simulace a vyhodnocení výsledků

Nejzajímavější etapou simulačního projektu je právě samotná simulace řešeného procesu, kdy všechny předchozí fáze projektu a práce do něj vložená začíná přinášet výsledky. Testování experimentů a statistická analýza výsledků odhaluje skryté problémy a vytyčuje cesty, kterými se bude optimalizace výrobního procesu ubírat. Za velmi přínosné se považuje, aby v této fázi byl zákazník přítomen a proběhla tak diskuze nad animací pohybu entit v rámci běhu simulace. Zákazník tak může odhalit problémové situace a anomálie, které unikly pozornosti řešitelského týmu.

Zpracování dokumentace

Často opomíjenou etapou je zpracování kvalitní projektové dokumentace, jež má obsahovat detailní popis struktury, vývoje a výsledků z experimentů řešeného modelu. Vhodné je přiložit veškeré uvažované varianty, které se mohou stát v budoucnu užitečnými. Bez dokumentace je prakticky nemožné se k modelu později vrátit a s časovým odstupem zhodnotit přínosy projektu, což může ovlivnit zákazníka při rozhodování o příštím zadání projektu.

Realizace změn

Při realizaci změn navržených na základě analýzy a výsledků zpracované dokumentace by měl být řešitelský tým přítomen z důvodu dohledu nad dodržením navržených změn. V případě nedůsledné implementace projektu do praxe může dojít k neúspěchu projektu jako celku, což může způsobit, že se nespokojený zákazník nevrátí.

1.8.3 Typy simulačních modelů vzhledem k dynamice systému

Prvotní otázkou při tvorbě modelu, od které se odvíjí celá struktura řešeného systému, je způsob zachycení času v modelu. U modelů se spojitým časem může simulovaný čas nabývat různých hodnot, naopak u modelu s diskrétním časem nabývá simulovaný čas pouze hodnot z předem vytyčené diskrétní množiny, jako jsou např. dny, týdny, přirozená čísla, roky apod. Pro simulaci příchodu zakázky do firmy použijeme model se spojitým časem, protože zakázka může přijít do firmy kdykoliv. Naproti tomu pro sledování hospodářských výsledků dané firmy se použije model s diskrétním časem, neboť k vyhodnocování údajů dochází periodicky po určitých časových úsecích, jako jsou měsíce či čtvrtletí, ne však v jakémkoliv okamžiku. Na základě charakteru množiny hodnot stavových veličin můžeme aplikovat rozdělení na modely se spojitými nebo diskrétními změnami stavu. Podle použité metody zachycení času a změn stavů v systému se řídí i výběr použitého matematického aparátu.



[5]

Obr. 8 Typy modelů dle pohybu v systému

Při řešení spojitých veličin má model podle způsobu zachycení dynamiky času formu buď diferenciálních nebo diferenčních rovnic. V případě soustavy diferenciálních rovnic, které jsou analyticky neřešitelné, se používá pouze aproximativního řešení.

1.8.4 Variabilita výrobních procesů

Nedeterministické výrobní procesy obsahují rozličné prvky variability, čímž můžeme chápat například různou délku trvání pracovních činností. Výrobní operace trvá jednou 50 sekund, jindy se protáhne na 56, což může být způsobenou rozdílnou zručností pracovníků, náhodou nebo přirozenou shodou okolností. Při řízení výrobních procesů se stává, že manažeři vůbec neberou variability procesů v úvahu, nebo tento vliv podceňují. Což může vést k zahlcení určitého pracoviště a tím ke zpomalení celého výrobního procesu. Při simulaci výrobního procesu se délky pracovních činností zadávají jako variabilní hodnoty, které se mění v rámci nastavených parametrů, především podle vhodně zvoleného rozdělení pravděpodobnosti výskytu dané hodnoty. Díky tomu může dojít k odhalení problému ve výrobním procesu, což pouhé průměrné délky trvání neumožňují.

1.8.5 Modelování struktury systému

Zkoumaná část reálného světa se v simulaci nazývá systém. Může se jednat o výrobní linku, ordinaci zubního lékaře či benzinovou pumpu. Systém tvoří statické (výrobní zařízení, sklad atd.) a dynamické (zákazníci, materiál, objednávky aj.) prvky. Stav systému je jednoznačně určen souborem definovaných proměnných veličin, které vložil uživatel za účelem co největšího přiblížení zkoumaného systému skutečnosti. Modelem se rozumí schematické znázornění sledovaného procesu prostřednictvím matematických rovnic, slovních popisů a grafických prvků. Simulační model se skládá z entit, aktivit a zdrojů.

Entity (transakce)

Entity jsou dynamické prvky pohybující se v čase systémem, do kterého vstupují a zase vystupují, iniciují provádění určitých činností, při kterých využívají kapacit potřebných zdrojů. Entitou je například polotovár, jenž vstoupí do výrobního procesu, je zpracováván na výrobním zařízení, čímž spotřebovává zdroj, a následně z procesu vystoupí. Entita během simulace transformuje svou podobu, například z polotovaru se stává hotový výrobek. Za entitu může být považován i pacient, který čeká na ošetření v ordinaci.

Aktivita a procesy

System je tvořen procesy, které se skládají ze vzájemných aktivit. Tyto aktivity neboli činnosti vytvářejí na svém výstupu novou hodnotu, a to buď pro následné pracoviště, nebo pro koncového zákazníka. Procesy se mohou u složitějšího systému dělit na podprocesy, které se v nejnižší úrovni skládají z dále již nedělitelných prvků. V tomto případě mluvíme o hierarchickém modelování. To, do jaké hloubky se budou procesy dělit, záleží úrovni podrobnosti, která je pro konkrétní případ nejvhodnější. Analytik se tak soustředí pouze na problematiku procesu na dané úrovni a není zbytečně rozptylován detaily, které se budou řešit v jiné části simulačního modelu, což umožňuje zachovat přehlednost i u velmi složitých modelů. Pomocí spojnicových čar se definuje logický sled činností a určuje směr pohybu entit.

Zdroje

Dalším základním stavebním kamenem každého simulačního modelu jsou kromě entit a aktivit zdroje, které obsluhují entity. Po určitý čas entity využívají zdrojů, jejich kapacit nebo je spotřebovávají. Zdrojem může být pracovník, prodavačka ve zmrzlinovém stánku, výrobní zařízení, soustruh, pohonné hmoty, součástky apod. Základní vlastností zdroje je kapacita, kterou disponuje, např. počet zpracovaných polotovarů za jednotku času, počet pracovníků na daném pracovišti nebo počet pokladen v supermarketu. Aby mohla být na entitě vykonána určitá činnost, musí jí být přiřazen zdroj, který činnost zrealizuje. Pokud aktivita (činnost) na entitě stále probíhá, o zdroj se zároveň hlásí další entita, dojde k zařazení nově příchozí entity do fronty, kde čeká než předchozí entita zdroj uvolní.

1.8.6 Simulační programy

Simulační model je ve své podstatě počítačovým programem, který pro svůj běh potřebuje provedení velkého množství výpočtů od generování náhodných veličin přes realizaci pohybů entit v systému až po vyhodnocení výsledků. **Významný rozvoj výpočetní techniky ji zpřístupnil velkému počtu uživatelů.** Není již třeba znalosti programovacích jazyků, ačkoliv jsou tvůrcům simulačních modelů k dispozici následující možnosti tvorby modelu prostřednictvím:

- programovacích jazyků – model je vytvářen v prostředí obecného programovacího jazyka jako např. C++, Pascal Assembler. Univerzálnost tohoto řešení je vykoupena vysokou složitostí a potřebou zkušeného programátora

- simulačních programovacích jazyků, jejichž vznik si vynutily specifické požadavky simulačních programů. Umožňují rychlejší a ve srovnání s obecnými programovacími jazyky poměrně snadnou přípravu simulačních modelů.
- speciálních simulačních programů, které používají grafické rozhraní a zjednodušují tak tvorbu simulačního modelu na úroveň běžného uživatele, bez nutnosti znalosti programovacích jazyků a programování jako takového. Programování bylo nahrazeno prací s ikonami, kterými jsou v podstatě předem definované objekty, reprezentující určitou funkci nebo vlastnost. Samozřejmostí je možnost zobrazení animace v průběhu simulace a grafické výstupy ve formě názorných grafů.

Mezi nejznámější simulační programy patří např. MEDMODEL, PROMODEL, SIMPROCESS, SIMUL8 a WITNESS.

Já jsem si vybral SIMPROCESS, protože nabízí zdarma zkušební verzi, a má podle mě intuitivní uživatelské rozhraní.

1.8.7 Simprocess 4.7

Simulační program Simprocess, aktuálně ve verzi 4.7, je produktem americké společnosti CACI Products Company. Jedná se o hierarchický integrovaný nástroj určený profesionálům ze sféry Business Process Reengineering a informačních technologií. Simprocess obsahuje tyto tři hlavní nástroje:

- diskrétní simulaci – změny v systému nastávají pouze v případě výskytu takzvané události, která však může nastat kdykoliv.
- mapování procesů – slouží k přehlednému popisu podnikových procesů, aplikuje grafické znázornění vstupů, výstupů, činností, materiálových toků aj.
- aktivita-based casting – metodika stanovování nákladů a výkonů pro entity, zdroje a činnosti.

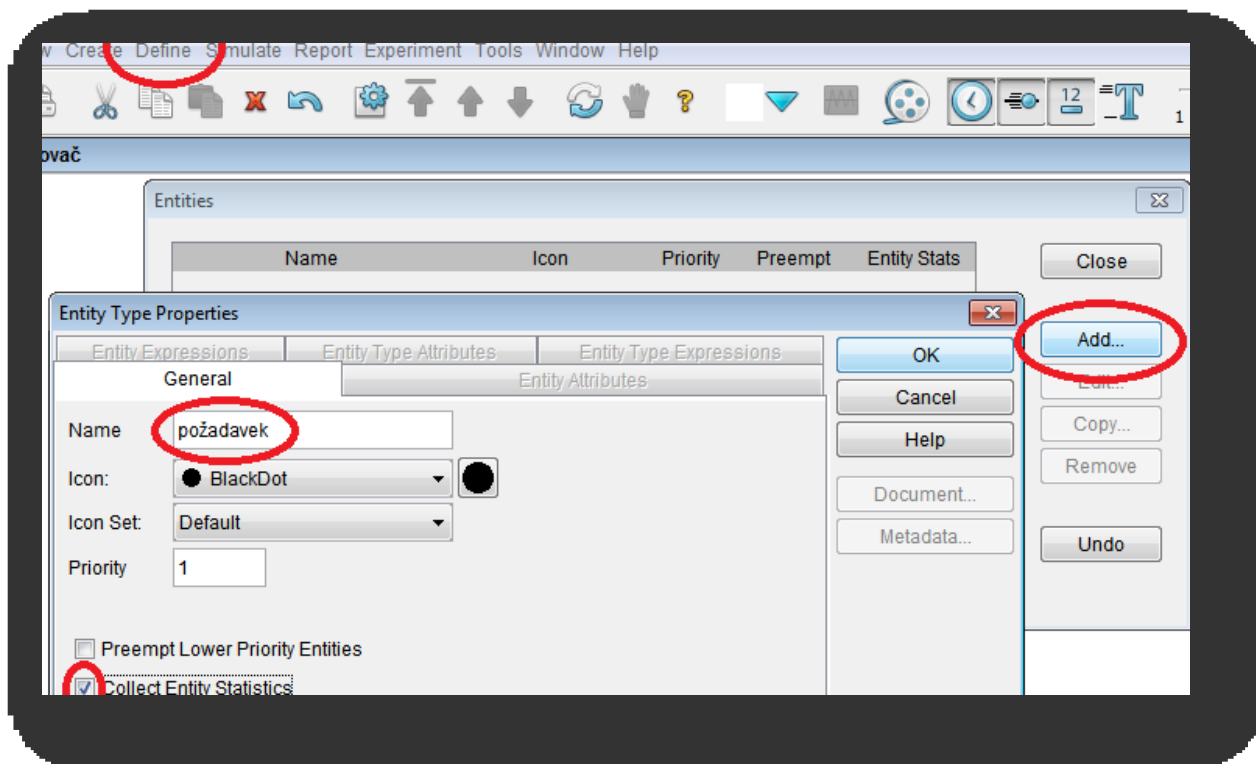
Tvorba simulačního modelu v programu Simprocess je velmi intuitivní a poměrně jednoduchá, jedná se o pouhé sestavení základních předem nadefinovaných objektů, které je ovšem nutné uspořádat v logickém sledu, aby model odpovídal popisované realitě. Těmito objekty jsou:

- aktivity a procesy – aktivitou může být soustružení, nákup zmrzliny nebo výstupní kontrola.
- zdroje – objekty zastupující omezené kapacity pracovníků, výrobních zařízení nebo třeba aut v půjčovně aut.
- entity – představují dynamické objekty v simulovaném systému, procházející procesy přičemž využívají zdrojů, např. výrobek, zmrzlina, informace atd.
- spojnice – udávají směr pohybu entit v systému a definují tak vzájemné interakce.
- přípojný body – slouží k vzájemnému propojení objektů pomocí spojnic.

1.8.8 Příklad tvorby simulačního modelu

Pro názornou ukázkou tvorby modelu jsem zvolil jednoduchý systém hromadné obsluhy. Ukážeme si, jak se vytváří simulační model, jak se definují entity, zdroje a procesy, provedeme simulaci a vyhodnotíme výsledky. Představme si menší dílnu, kde přicházejí požadavky z výroby na údržbu, aby přišel seřizovač seřadit stroj, vyměnit porouchané čidlo apod. Požadavky přicházejí průměrně v počtu 10 až 18 za hodinu. Protože nemáme k dispozici přesnější údaje o intervalu přicházejících požadavků a neznáme časy výskytu špiček, je nutné zvolit jedno z doporučených rozdělení pravděpodobnosti výskytu požadavků pro systémy hromadné obsluhy. V našem případě se jedná o exponenciální pravděpodobnostní rozdělení se střední hodnotou 257,14 sekund. Což znamená, že s největší pravděpodobností neuběhne více než 257,14 sekund do příchodu dalšího požadavku. Vyřízení jednoho požadavku se řídí normálním (Gaussovým) pravděpodobnostním rozdělením s průměrným časem 120 sekund a směrodatnou odchylkou 30 sekund. Cílem simulace bude zjistit využití seřizovače, počet vyřízených požadavků za směnu a maximální počet požadavků čekajících ve frontě.

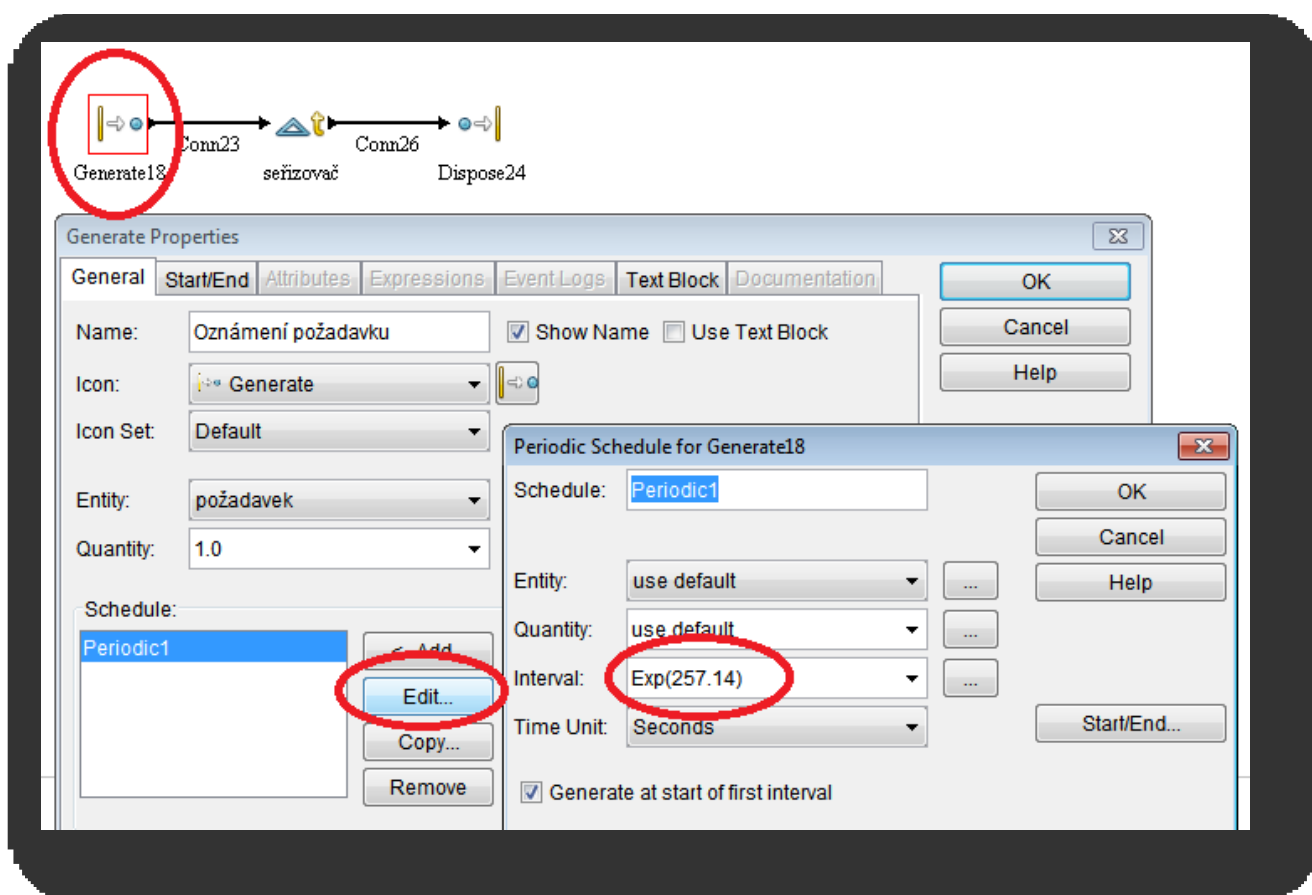
Po spuštění programu Simprocess klikneme v horním panelu nástrojů na tlačítko *File>New*, čímž otevřeme nový projekt. V první řadě si nadefinujeme entity, *Define>Entities>Add*, do položky *Name* napíšeme *požadavek* a zaškrtneme políčko *Collect Entity Statistics*, aby se nám při následné simulaci sbíraly statistiky této entity.



Obr. 9 Vytvoření entity

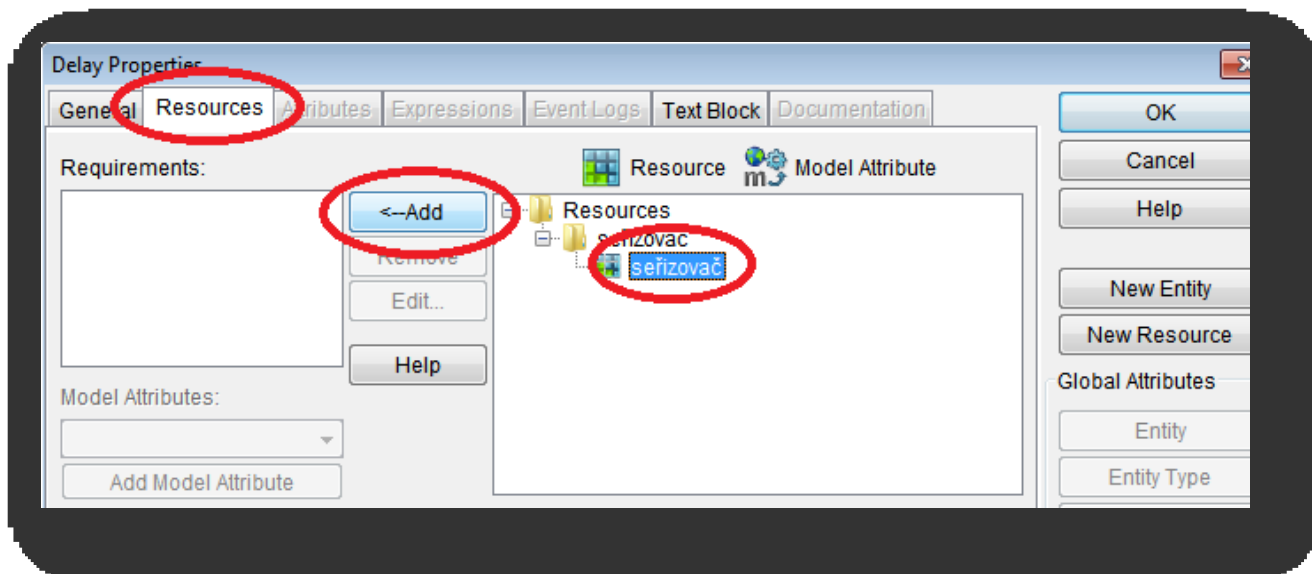
Dalším krokem je definice zdrojů, opět jako u definování entit, tlačítko *Define>Resource>Add*. Tentokrát do políčka *Name* napíšeme *seřizovač*. Nyní můžeme přistoupit k definici aktivit. Náš simulační model se skládá ze tří aktivit: oznámení požadavku > seřízení > odchod seřizovače. Pro tvorbu modelu použijeme objekty *Generate* (oznámení požadavku), *Delay* (seřízení) a *Dispose* (odchod seřizovače). Tyto základní ikony umístíme na plochu projektu a propojíme spojnicemi, čímž v podstatě vytvoříme simulační model.

Dále je třeba nadefinovat jak často požadavky (entity) přicházejí do systému. K tomu stačí dvakrát kliknout na ikonu *Generate* a objeví se dialogové okno *Generate Properties*, ve kterém nastavíme v políčku *Name*, *Oznámení požadavku*, dále klikneme na tlačítko *Edit* a ve vyběhnuvším dialogovém podokně *Periodic Schedule for Generate* vybereme *Exp(257.14)* u položky *Interval*.



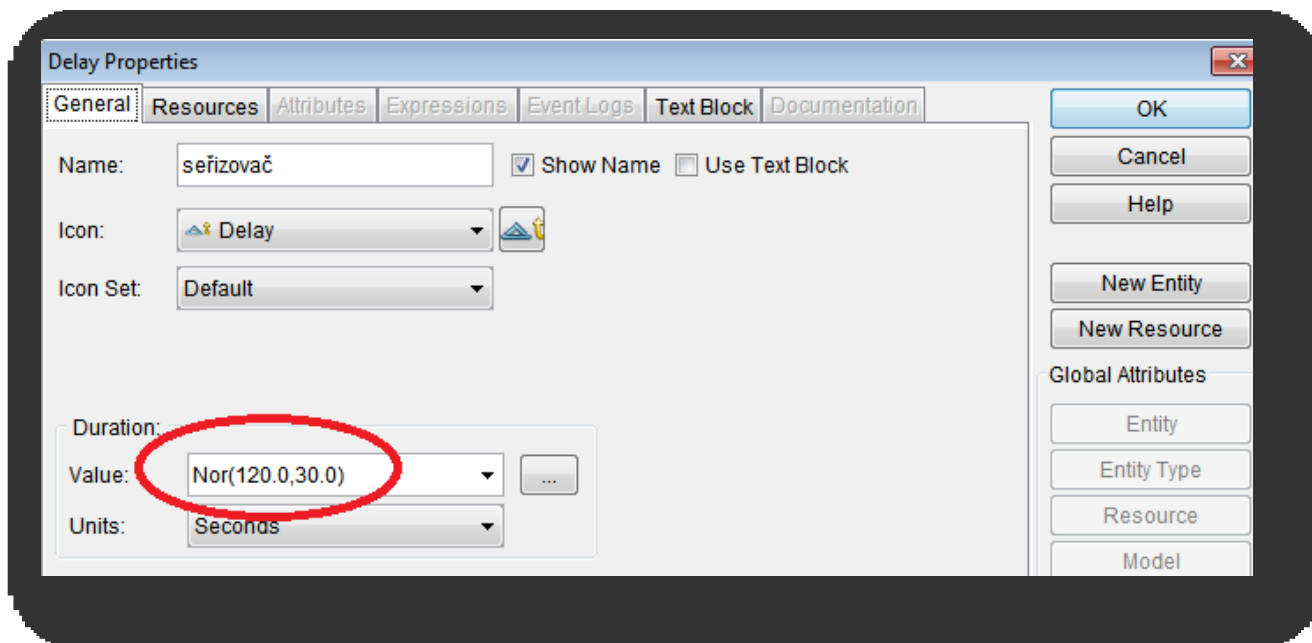
Obr. 10 Nastavení intervalu pro vstup entit do systému

Zbývá nám ještě definovat aktivitu (Delay), kterou v popisovaném případě myslíme vyřízení požadavku seřizovačem. Poklepáním na ikonu Delay otevřeme dialogové okno, kde v záložce *Resources* přiřadíme zdroj, v našem případě seřizovač.



Obr. 11 Přiřazení zdroje k aktivitě

Následně se vrátíme do první záložky *General* a nastavíme čas potřebný k vyřízení jednoho požadavku. V našem případě jde o normální rozdělení s průměrnou dobou 120 sekund a směrodatnou odchylkou 30 sekund.



Obr. 12 Nastavení délky trvání dané aktivity

Tímto máme kompletně vytvořený simulační model a zadané všechny potřebné parametry, ale ještě je nutné nastavit od kdy do kdy má simulace probíhat. V horním panelu nástrojů vybereme *Simulate>Run Setting* a nastavím jeden den např. 28.4.2011 od 8:00 do 20:00 (pozor program používá americký formát zápisu data).

Nyní je již všechno připraveno ke spuštění simulace, to můžeme provést stiskem klávesy „F4“ nebo v horním panelu *Simulate>Run*. Pokud dosud nedošlo k uložení simulačního projektu, program vyzve k jeho uložení. Program standardně zobrazuje animaci simulace, ale pro urychlení simulace je vhodné animaci vypnout volbou *Simulation>Animation On*, nebo klávesou „F8“.

Výsledky simulace si zobrazíme kliknutím v horním panelu na *Report>Display Standard Report>Report Viewer>Display Report*

Standard Report

Simulation Initiated: Sun May 15 23:21:01 2011
 Simulation Concluded: Sun May 15 23:21:04 2011
 Simulation Run Duration: 00:00:02.871

Model Start Date/Time: 04/28/2011 08:00:00:000:000:000
 Model End Date/Time: 04/28/2011 20:00:00:000:000:000
 Actual Start Date/Time: 04/28/2011 08:00:00:000:000:000
 Actual End Date/Time: 04/28/2011 20:00:00:000:000:000
 Actual Run Duration: 12:00:00:000:000:000

Entity : Total Count - Observation Based : Replication 1

Name	Total Generated	Remaining In	Total Disposed
požadavek	101	1	100

Entity : Count By State - Time Weighted : Replication 1

Name	Total In System		Processing		Wait For Resources		Hold For Conditions		Traveling	
	Avg	Max	Avg	Max	Avg	Max	Avg	Max	Avg	Max
požadavek	0,62	4	0,46	1	0,16	3	0,00	0	0,00	1

Entity : Cycle Time (in Hours) By State - Observation Based :

Name	#Obs	Total In System		Processing		Wait For Resources		Hold For Conditions		Traveling	
		Avg	Max	Avg	Max	Avg	Max	Avg	Max	Avg	Max
požadavek	100	0,05	0,10	0,03	0,06	0,01	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00

Resource : Number of Units By State - TimeWeighted : Replication 1

Name	Cap	Idle		Busy		Planned Downtime		Unplanned Downtime		Reserved	
		Avg	Max	Avg	Max	Avg	Max	Avg	Max	Avg	Max
seřizovač	1,00	0,54	1,00	0,46	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Resource : Percent Utilization By State : Replication 1

Name	Idle	Busy	Planned	Unplanned	Reserved
seřizovač	54,12%	45,88%	0,00%	0,00%	0,00%

Obr. 13 Výsledková zpráva

Z výsledkové zprávy vidíme, že za jednu pracovní směnu seřizovač vyřídil 100 požadavků, ve frontě čekaly maximálně 4 požadavky (jeden z nich byl vyřizován) a využití seřizovače je 45,88%.

2 Zhodnocení stávajícího stavu, identifikace problémů, specifikace požadavků

Na diplomové práci jsem spolupracoval s poradenskou organizací DYNAMIC FUTURE s.r.o., která byla založena v roce 2000 týmem pracovníků se zkušenostmi z praktického využití logistiky ve velkém průmyslovém podniku, kde působili v oborech logistika, marketing, řízení a optimalizace podnikových procesů. Nabízí následující služby:

- *analýza zásob,*
- *logistické projekty,*
- *dynamická simulace,*
- *logistický audit a analýzy,*
- *logistická konference,*
- *návrh prostorového řešení,*
- *procesní audit,*
- *zvyšování využití kapacit a produktivity,*
- *podpora operativního řízení procesů a jejich optimalizace*
- *PREWIT - software pro předpověď poptávky*
- *OEE INDICATOR - software pro sledování vytížení zařízení.* [3]

Na schůzce s konzultantem z poradenské organizace DYNAMIC FUTURE s.r.o. jsme se dohodli, že se tato práce zaměří na navržení nástroje či metody, která by usnadňovala optimálně využívat rozdílných schopností pracovníků na základě racionálního rozdělení pracovních pozic. Zdůrazňuji, že se nejedná o optimalizaci konkrétního výrobního procesu nebo pracoviště. Snahou je navrhnout obecný metodický nástroj, který najde uplatnění v širokém spektru průmyslových oborů, od strojírenské výroby přes stavební, potravinářský, oděvní, kožedělný a obuvní průmysl atd. Všude tam, kde lidé svou prací přinášejí novou hodnotu, ať již prostřednictvím výrobních zařízení, či prostou ruční prací.

Závěrem diskuze s jednatelem poradenské organizace DYNAMIC FUTURE s.r.o., která má dlouholeté zkušenosti s optimalizací výrobních procesů z rozličných průmyslových odvětví, bylo konstatování, že skutečně drtivá většina výrobních podniků se nezaobírá problematikou racionálního rozdělováním pracovních pozic. A pokud ano, nejde o rozdělování na základě analýzy naměřených údajů, ale o rozhodnutí vycházející ze subjektivních odhadů, které nemusí vždy odpovídat reálné situaci.

Velkým problémem provozů, kde zručnost pracovníka ovlivňuje délku trvání operace, nebo může i dokonce zpomalit pracovníka na následující operaci, je neschopnost mistrů (groupleaderů) operativně reagovat na základě znalosti výkonnosti svých svěřených pracovníků a umístit je na pracoviště, kde podávají nejlepší výkon.

Je zřejmé, že každý jeden pracovník je nejlepší na jednom pracovišti, průměrný na jiných a nejhůře se mu daří opět na jednom pracovišti. Ovšem v době špičky, krize nebo náhlé potřeby zvýšit výkon celého výrobního procesu je vhodné přeskupit pracovníky tak, aby byli na pracovištích, na kterých jsou nejvýkonnější.

Ze zkušeností expertů z DYNAMIC FUTURE s.r.o., kteří se v oblasti optimalizace výrobních procesů pohybují dnes a denně, jsem dospěl k závěru, že ve výrobních podnicích se nepřidělují pracovníkům pozice na základě analýzy pracovního výkonu na daném pracovišti. Ačkoliv dochází ke sběru, záznamů o pracovním výkonu na daném pracovišti, nikdo tato data dále neanalyzuje a výsledky nepoužívá k optimalizaci výrobního procesu. Většinou se pouze archivují. Často také dochází ke zpětnému zápisu záznamu pracovního výkonu s nepravdivými údaji.

Pracovníci jsou si výkonově velmi podobní, avšak vždy existují větší či menší rozdíly, které nemusí být bez analýzy na první pohled zřejmé. I tyto minimální rozdíly ve výkonnosti v konečném důsledku snižují produktivitu práce a způsobují plýtvání nákladovými prostředky. V tomto případě především potenciálním pracovním výkonem jednotlivých pracovníků, kteří by mohli za současného stavu technologie, struktury pracoviště a prakticky bez jakýchkoliv finančních investic, pracovat efektivněji.

2.1 Identifikace problémů

Proč se tak (ne)děje? Nedomnívám se, že by to bylo způsobeno tím, že to ještě nikoho nenapadlo, právě příčiny ignorování takto jednoduchého způsobu optimalizace výroby mohou být např.:

- Manažeři v tom nevidí velký přínos nebo zásadní problém, aby se tím vůbec začali zabývat.
- Nedůsledné domáhání se pracovních povinností ze strany vedoucího výroby na adresu mistrů.
- Nedostatek dat pro rozhodování.
- Nechuť mistrů „přidávat si práci“ (sbírání a zpracování dat považují za ztrátu času).
- Novinky jsou v zaběhlé firmě většinou přijímány negativně (odjakživa to děláme takto...).

2.2 Specifikace požadavků

Cílem je navrhnout jednoduchý nástroj pro optimální rozdělení pracovišť s důrazem na maximální využití potenciálu pracovníků, který splňuje následující požadavky na :

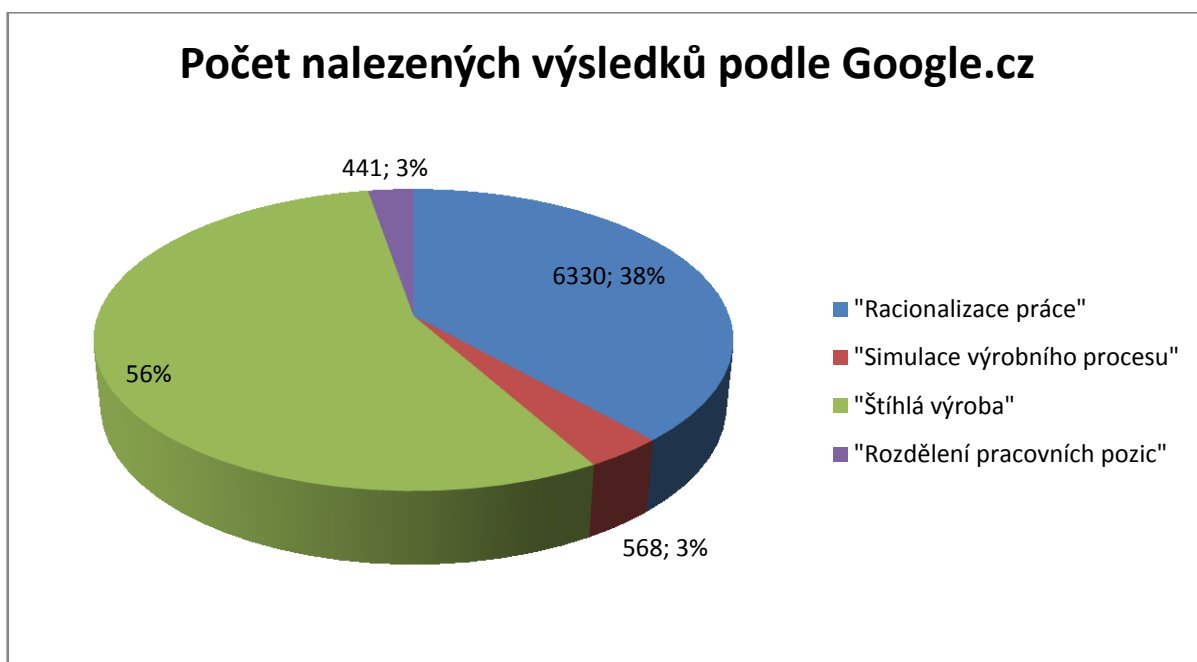
- jednoduché a jasné principy
- rychlost vyhodnocení výsledků
- minimální investice
- široké spektrum uplatnění
- zvýšení produktivity práce

2.3 Zeitgeist – trendy doby

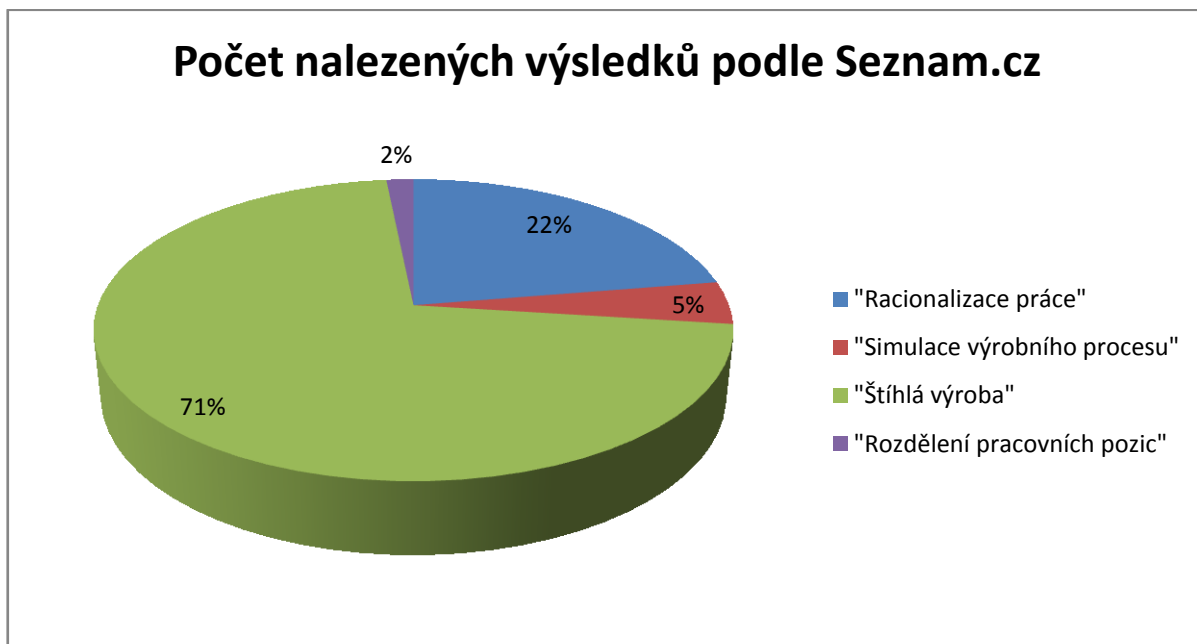
„Zeitgeist“ je německý výraz pro „ducha doby“ a Google tohoto ducha doby odkrývá tím, že agreguje miliony vyhledávaných výrazů, které do něj lidé denně vkládají. Lidé z celého světa používají Google k vyhledávání těch nejrůznějších informací, například podle intenzity zadávání hesla „chřipka“ dokáže velmi přesně odhadnout nastupující chřipkovou epidemii.

Potvrzení dobré teorie je to, že praxe je k ní přitahována.

Porovnal jsem počet nalezených výsledků vyhledávání určitých hesel, pro představu o aktuálnosti dané problematiky (květen 2011).

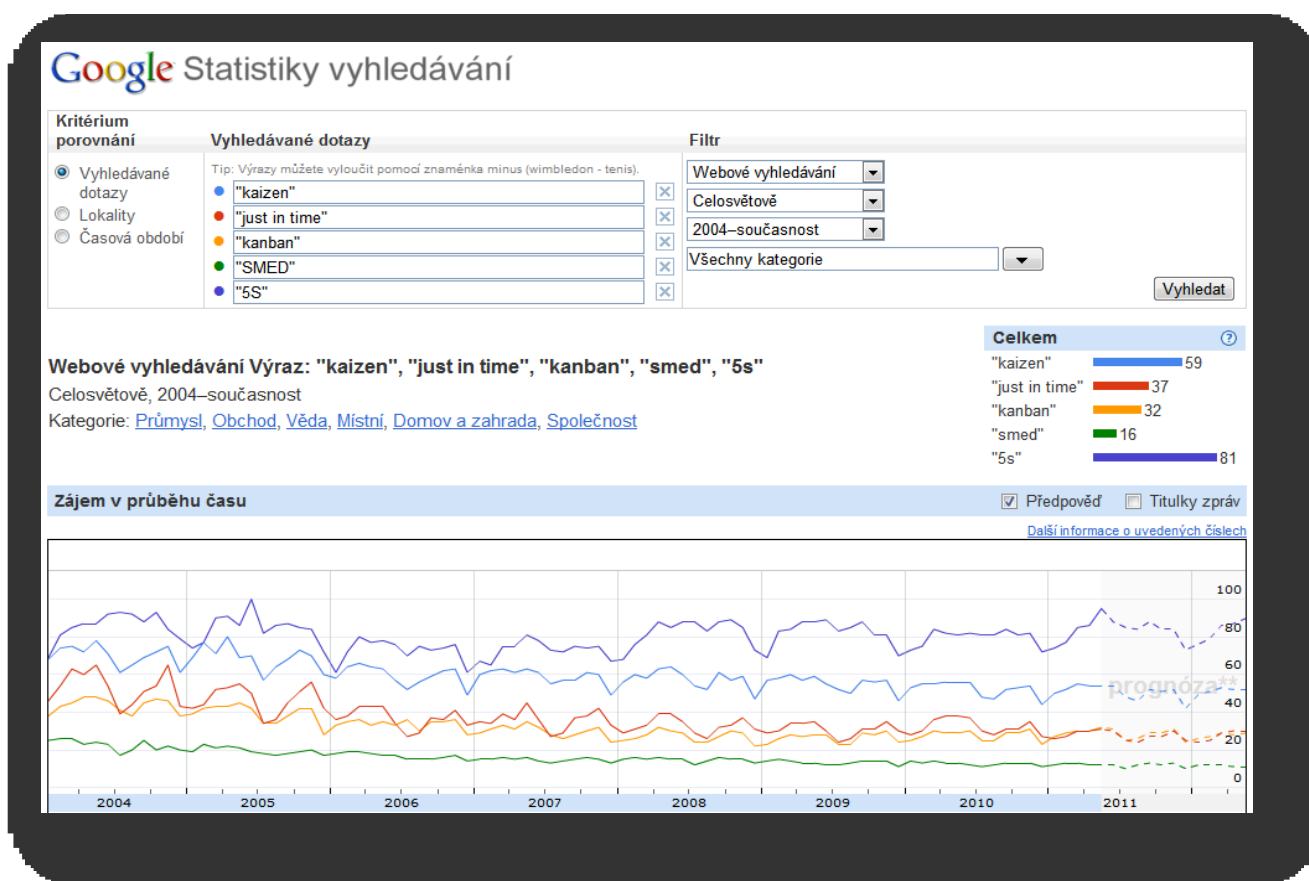


Graf 1 Počet nalezených výrazů podle Google.cz



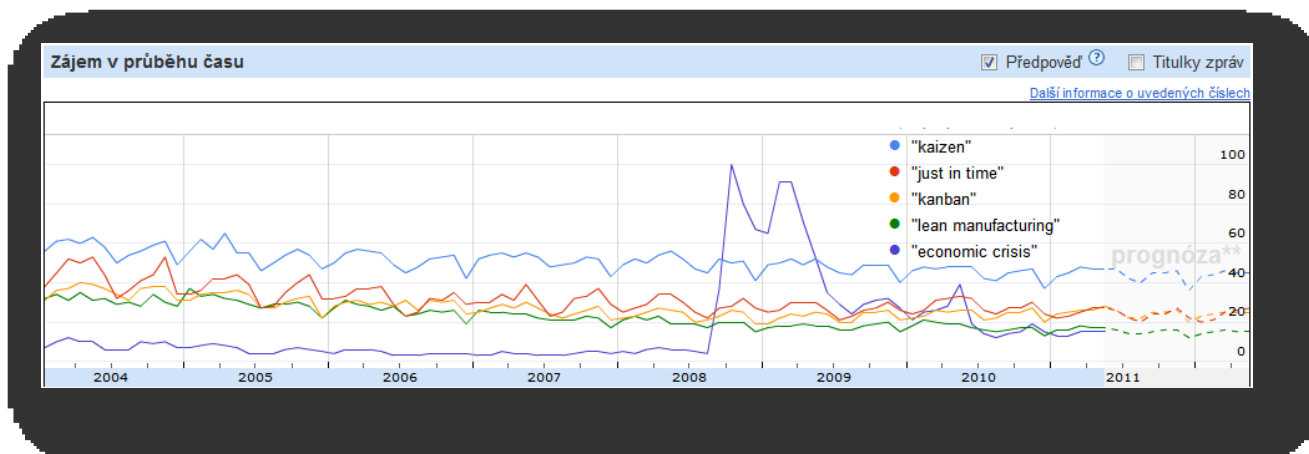
Graf 2 Počet nalezených výrazů podle Google.cz

Nejvíce toho na českém internetu najdeme o štíhlé výrobě a racionalizaci práce, dohromady mají 96% u Google a 93% u Seznamu nalezených výsledků. To není nijak překvapivé vzhledem, k tomu, že se jedná o široké pojmy a zároveň tyto výsledky potvrzují důležitost štíhlé výroby a racionalizace práce. Naproti tomu heslo „Rozdělení pracovních pozic“ získalo pouze 2% v případě Seznamu a 3% v případě Google, což přisuzuji tomu, že se o tuto problematiku firmy a manažeři příliš nezajímají. Simulace výrobního procesu je poměrně moderním nástrojem, o kterém se toho určitě ještě nenapsalo tolik jako o štíhlé výrobě. Navíc se jedná o specifický termín používaný úzkou skupinou lidí, čímž si vysvětlují pouhá 3% u Google a 5% u Seznamu. Dále jsem se zaměřil právě na štíhlou výrobu, která měla nejvíce nalezených výsledků. Tento krát jsem sledoval, jak často se uživatelé zajímali o klíčová hesla z problematiky štíhlé výroby. K tomu jsem využil službu Statistiky vyhledávání od společnosti Google. Tato služba umožňuje porovnat až pět klíčových výrazů a zobrazit od roku 2004 vývoj zájmu o ně až po současnost, dokonce i předpovědi do budoucna.



Obr. 14 Statistika vyhledávání výrazů z oblasti snižování výroby

Z grafu vidíme, že největší zájem sklízí celosvětově termín „5S“. Dále je zřejmá charakteristická podobnost u vyhledávaných slov, kdy tradičně nejmenší zájem uživatelů vyhledávače Google, je zřetelný na začátku na konci roku. Zajímavostí bylo, že když jsem mezi vyhledávaná hesla zařadil „economic crisis“ (ekonomické krize 2008/2009), s trendy ostatních sledovaných hesel to nic neudělalo. Očekával jsem, že ekonomicko-hospodářská krize se promítne ve zvýšeném zájmu vyhledávání metod snižujících náklady a zvyšujících produktivitu práce a tím pádem i konkurenceschopnost.



Obr. 15 Statistika vyhledávání výrazů z oblasti snižování výroby v kombinaci s ekonomickou krizí 2008/2009

3 Vlastní návrh řešení

Na myšlenku racionálního rozdělování pracovních pozic (dále jen RRPP) jsem přišel na brigádě v restauraci Mc Donald's. Tamní „kuchyně“ se dá bez nadsázky přirovnat k montážní lince. Pracovní postup a vybalancování jednotlivých pracovišť je díky více než půl století zkušeností precizní, pracovníci efektivně komunikují, předávají si informace o stavu na svém pracovišti tak, aby následující pracoviště bylo bez časové prodlevy připraveno převzít polotovary k další operaci. Pracovníci se nepravidelně, avšak velmi často na pozicích střídají, tím je zajištěna zastupitelnost (v případě nemoci, dovolené nebo ukončení pracovního poměru). Každý umí pracovat na všech pracovištích, avšak nevšiml jsem si, že by si manažeři (mistři, groupeleadeři) vedli statistiky rychlosti jednotlivých pracovníků na jednotlivých pracovištích. To se projevovalo v době špičky, kdy úzké místo brzdilo následující pracoviště, a přitom stačilo vyměnit např. Lenku na pracovišti „toaster“ za Honzu a výkonnost celku by se skokově zvýšila.

3.1 Základní principy navrženého řešení

Základním principem je umístit pracovníky na pracoviště, kde podávají nejvyšší výkon. K tomu je zapotřebí informací o tom, kdo, kde a jaký podává výkon. Potřebná data se sbírají průběžně přímo z reálného provozu a zpracovávají se v tabulkovém procesoru, což je rychlý a přesný nástroj pro hromadné a automatizované výpočty. Pokud jsou taková data k dispozici, stačí seřadit délky trvání operací na daném pracovišti všech pracovníků vzestupně od nejrychlejšího pracovníka, a právě jemu přiřadit danou pracovní pozici. Stejným způsobem se pokračuje, dokud se nerozdělí všechna pracoviště daného výrobního procesu. Tímto způsobem dosáhneme vybalancovaného výrobního procesu, kde každý pracovník v rámci svých možností a s ohledem na ostatní pracovníky podává maximální výkon.

Základní etapy RRPP:

- Sbíráni dat o výkonnosti pracovníků
- Zpracování nasbíraných dat
- Racionální rozdělení pracovišť

Sběr dat o výkonnosti pracovníků

Mistři (groupleadeři) se velmi často vyskytují přímo ve výrobě, při této příležitosti by mohli alespoň 10 minut sledovat pracovníka, zapsat si do tabulky jméno pracovníka, sledované pracoviště a počet výrobků. Následně zaznamenaná data přenést do PC, např. do tabulkového procesoru (Excel). Mistr dokonce nemusí ani stát celou dobu u měřeného pracovníka, stačí, když si označí (tečkou nebo na něj přilepí Post-It papírek) výrobek, u kterého začal měřit čas a může odejít řešit případný problém. Když se vrátí, spočítá vyrobené kusy za měřený čas a vypočítá průměrnou délku trvání operace na daném pracovišti pro konkrétního pracovníka.

Data se mohou sbírat zápisem na papír, nebo pomocí jednoduché aplikace v chytrém telefonu či přenosném tabletu

Praktický příklad aplikace metody RRPP

(závod: Autopal Visteon, výroba tepelných výměníků pro automobilový průmysl, pracoviště: montáž (zalemování) plastové komory do jádra chladiče). Operátor na daném stanovišti provádí následující sled operací: uchopit chladič, umístit do držáku, vzít gumové těsnění, vložit je do drážky ve víku jádra chladiče, uchopit jádro chladiče už i s gumovým těsněním a vložit do lemovacího stroje, do víka na gumové těsnění přiložit plastovou komoru, zavřít ochranné víko lemovacího stroje a stisknout tlačítko *start*, které spustí automatický lemovací proces, otevřít ochranné víko, vyjmout zalemovaný chladič a odložit na paletu.

Podle RRPP groupleader (mistr) přijde k pracovišti „zálemu“, oznámí operátorovi, že bude sbírat data o výkonnosti pracovníků za účelem racionálního rozdělení pracovních pozic. Z psychologického hlediska operátor cítí, že se má snažit podat co nejlepší výkon, a to především z obavy, že pokud nepodá vynikající výkon, tak může být v budoucnu propuštěn. Pokud by groupleader (mistr) neoznámil, že bude sbírat data o výkonnosti pracovníků za účelem racionálního rozdělení pracovních pozic, mohl by si operátor myslet, že se jedná o sbírání dat za účelem zpřísnění výkonnostních norem a mohl by úmyslně pracovat pomaleji, provádět úkony navíc apod., aby měl „měkčí“ výkonnostní normy. Groupleader (mistr) si připraví stopky a měří *floor to floor* čas deseti po sobě uložených zalemovaných chladičů na odkládací paletu. Poté vypočítá průměrný čas potřebný na zalemování jednoho chladiče. Popsaný sběr dat zabere groupleaderovi (mistrovi) přibližně deset minut.

Zpracování nasbíraných dat

Po výpočtu průměrné doby, kterou pracovník potřeboval na dokončení jednoho výrobku, mistr přenesse tento údaj do počítače. Ideální programem je MS Excel nebo jiný tabulkový kalkulátor např. bezplatný OpenOffice. Excelový dokument může vypadat jako můj návrh (viz Obr 14), kde je:

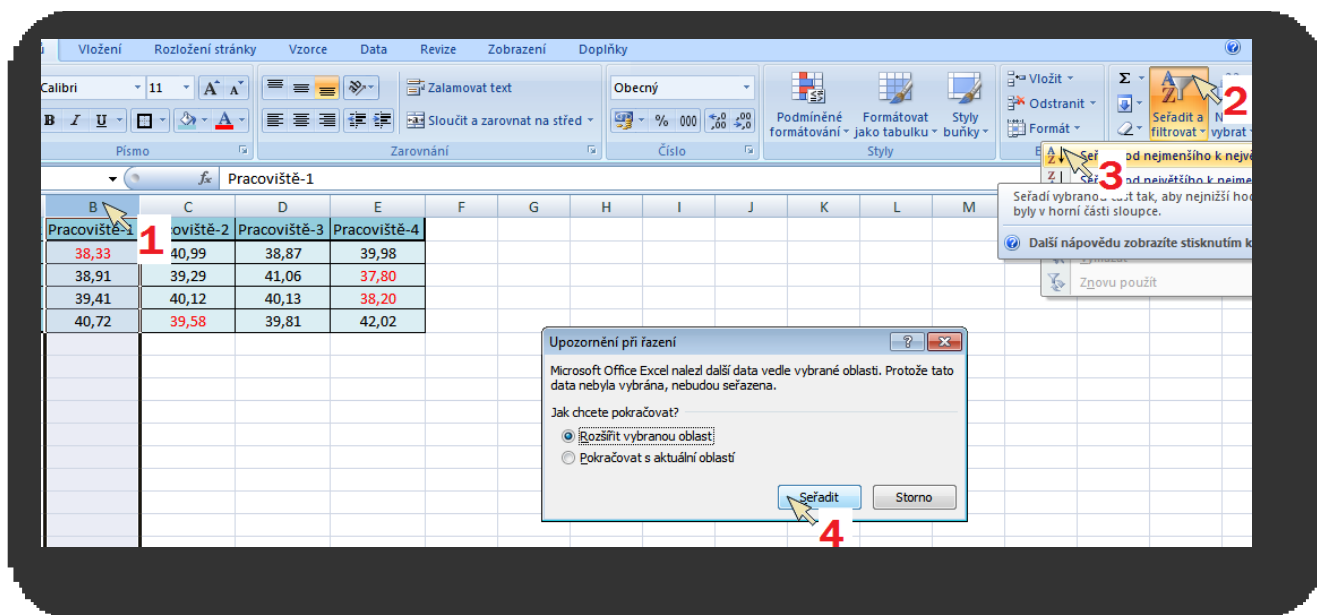
1. Seznam sledovaných pracovníků
2. Konkrétní pracoviště
3. Průměrný zaznamenaný čas potřebný na dokončení jednoho výrobku.

	Datum	Pracoviště-1	Pracoviště-2	Pracoviště-3	Pracoviště-4
3	11.3.2011			34,34	
4	12.3.2011		38,57		
5	13.3.2011				40,97
6	14.3.2011			37,68	
7	15.3.2011		41,70		
8	16.3.2011		44,36		
9	17.3.2011	37,10			
10	18.3.2011			39,24	
11	19.3.2011			37,16	
12	20.3.2011				44,55
13	21.3.2011	38,37			
14	22.3.2011			38,85	
15	23.3.2011		44,68		
16	24.3.2011				40,99
17	25.3.2011	34,95			
18	26.3.2011		36,87		
19	27.3.2011			42,41	
20	28.3.2011	40,34			
21	29.3.2011				39,93
22	30.3.2011			36,76	
23	31.3.2011	36,07			
24	1.4.2011		41,09		
25	2.4.2011			40,51	
26	3.4.2011		37,13		
27	4.4.2011				36,36
28	5.4.2011	34,13			

Obr. 16 Databáze pracovníků

Tuto databázi využijeme pro vytvoření tabulky průměrných časů ze všech jednotlivých měření. Pro přehlednost je vhodné tuto tabulku umístit na úvodní list celého sešitu. Uvedená přehledová tabulka nám říká, že na pracovišti č. 1 pracuje nejrychleji Cyril, s průměrným časem potřebným na dokončení jednoho výrobku 38,33 sekundy. Ke zjištění, který pracovník pracuje dlouhodobě nejrychleji na pracovišti č. 1, stačí pouhá 4 kliknutí myši:

1. Vybereme sloupec (pracoviště)
2. Zvolíme funkci *Seřadit a filtrovat*
3. Seřadíme *od nejmenšího k největšímu*
4. Potvrdíme tlačítkem *Seřadit*



Obr. 17 Postup vyhodnocování nasbíraných dat

Tímto způsobem může mistr během několika málo sekund zjistit, který pracovník odvádí na daném pracovišti nejlepší výkon. A v případě náhlého zvýšení objemu výroby, na základě přehledové tabulky, racionálně rozmístit pracovníky tak, aby bylo docíleno co možná nejvyššího výkonu.

Racionální rozdělení pracovišť při zvýšeném objemu výroby

Pro optimální rozdělení pracovních pozic seřadíme sloupec pracoviště č. 1 od nejmenší hodnoty, čímž zjistíme, že zde pracuje nejrychleji Cyril. Dále seřadíme následující pracoviště č. 2, zde pracuje nejrychleji Adam. Po seřazení průměrných časů na pracovišti č. 3 vidíme, že zde je opět nejrychlejší Cyril, ale ten již pracuje na pracovišti č. 1, druhou v pořadí hned po Cyrilovi je Bětko, a proto na tomto pracovišti bude pracovat Bětko. Posledním, kdo zbývá je Adam, který po setřídění hodnot tak jako tak pracuje na pracovišti č. 4 nejrychleji.

Pomocí podmíněného formátování byly červeně zbarvené hodnoty v buňkách, náležejících pracovištím, na kterých daný pracovník pracuje nejrychleji. Na první pohled tak vidíme, že Bětko pracuje ze všech pracovišť nejrychleji na pracovišti č. 2.

Za běžného stavu považuji za vhodné střídat pracovníky na pracovištích v poměru 80:20 (Paretovo pravidlo), přičemž by 80% směn pracovali na pracovišti, kde podávají nejlepší výkon, a zbylých 20% by pracovali na ostatních pracovištích v rámci zachování fluktuace, která přináší tato pozitiva:

- podněcuje příliv nových nápadů
- ředění stereotypů a provozní slepoty
- optimalizuje a zlevňuje proces personálního plánování, řízení rozvoje a nástupnictví
- stabilizuje produktivní personál

3.1 Ověření efektivity metody RRPP

Pro ověření přínosu navrženého postupu racionálního rozdělování pracovních pozic, byl v simulačním programu Simprocess vytvořen simulační model výrobního procesu, který reprezentuje současný stav bez optimalizace vycházející z hodnocení výkonnosti pracovníků.

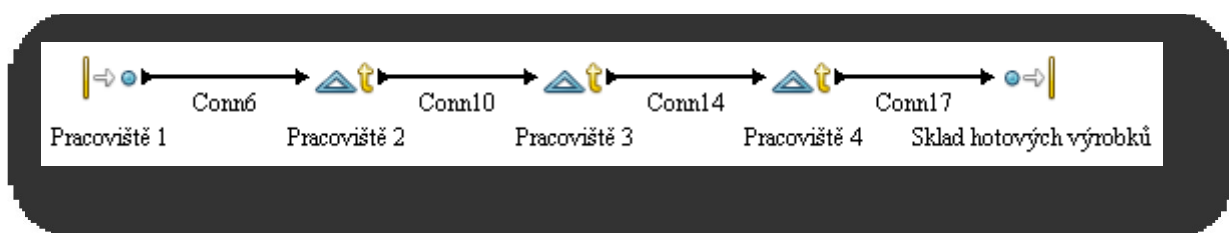
V takto uvažovaném výrobním procesu, jsou pracovníci přiřazeni na pracoviště z rozhodnutí mistra, které se zakládá na jeho zkušenostech a není podloženo žádnou analytickou metodou. Bez průběžného objektivního měření a vyhodnocení výkonnosti pracovníků na různých pracovištích, se princip rozmístění pracovníků blíží náhodnému výběru, více či méně ovlivněným subjektivním názorem vedoucího pracovníka – mistra.

Model výrobního procesu se skládá ze čtyř nebo osmi po sobě následujících operací, kde každý pracovník vykoná činnost v určitém čase a pošle rozpracovaný výrobek na další operaci. Jedná o strojní výrobu, kde se při pracovní činnosti používají výrobní zařízení. Celkový čas na jedné operaci se skládá z času pracovníka potřebného na manipulaci se zpracovávaným výrobkem, a strojního času výrobního zařízení. Použitý model výrobního procesu předpokládá zaběhlou výrobu s vybalancovanou výrobní linkou, kde jsou pouze minimální rozdíly mezi časy jednotlivých operací, způsobené právě lidským faktorem.

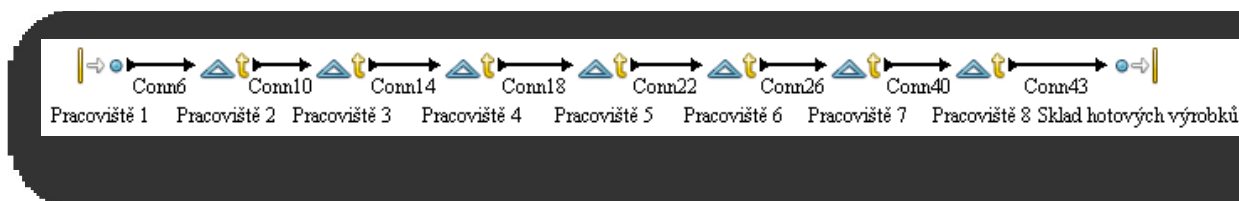
Cílem experimentu je zjistit o kolik se zvýší počet vyrobených kusů za jednu směnu, při použití metody RRPP. Budeme porovnávat výrobní proces, kde byly pracovní pozice rozděleny náhodně bez ohledu na výkonnost pracovníků na daném pracovišti, s procesem kdy byly pracovní pozice rozděleny dle metody RRPP.

3.1.1 Schéma simulovaného výrobního procesu

Navržený model-A výrobního procesu, použitý v experimentu pro ověření efektivity metody RRPP se skládá ze čtyř po sobě následujících operací a osmi po sobě následujících operací v případě modelu-B.



Obr. 18 Model - A



Obr. 19 Model - B

3.1.2 Postup experimentu

Vzhledem k obecnému charakteru řešené problematiky jsem dospěl k závěru, že jako vstupní data řešeného experimentu není vhodné použít naměřených časů z reálné výroby, protože by mohlo dojít k ovlivnění výsledků z těchto příčin:

- chyba osoby provádějící měření
- nepřesnost měření
- měřený pracovník se nechová přirozeně, když ví, že je sledován
- reálné měření není zárukou zachycení normálního stavu

Pokud chceme zhodnotit vliv metody RRPP na zvýšení produktivity práce, musíme porovnávat výsledky experimentů, vycházet ze stejných vstupních dat (stejných vstupních podmínek, změna je způsobena pouze aplikací principů metody RRPP), aby bylo vyloučeno ovlivnění výsledku jinými vlivy.

Jelikož se jedná o ověření obecné platnosti nástroje pro optimální rozdělení pracovních pozic, nezávisle na konkrétním výrobním procesu, jako vstupní data byla zvolena množina náhodně generovaných hodnot programem Excel, v intervalu 51 až 58 sekund. Čímž jsem získal následnou tabulku trvání operací na jednotlivých pracovištích pro všechny pracovníky.

Tab. 2 Čas v sekundách, potřebný na vykonání operace na daném pracovišti

Pracovník	Pracoviště 1	Pracoviště 2	Pracoviště 3	Pracoviště 4
Adam	51,36	57,18	51,57	57,38
David	54,30	53,47	51,14	54,59
Bětko	52,61	54,95	57,66	52,93
Cyril	53,13	52,57	53,12	51,76

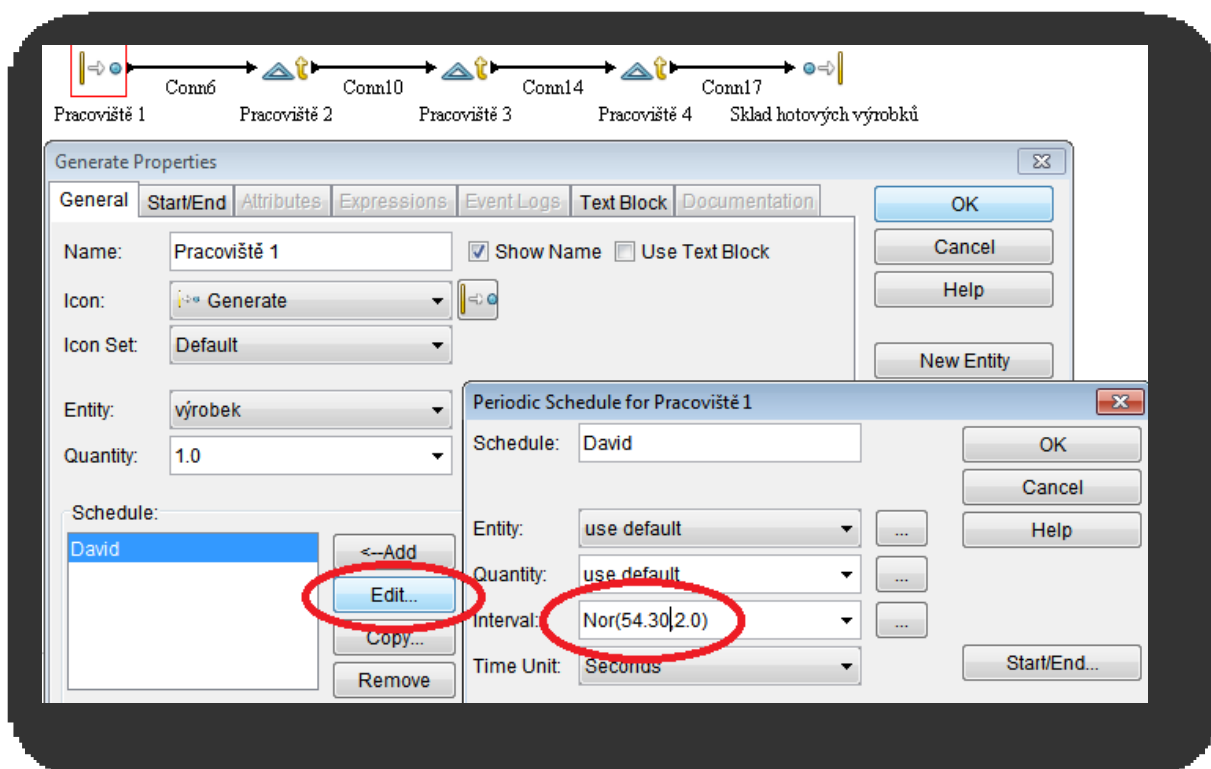
Z této tabulky vytvořím 10 náhodných kombinací obsazení pracovních pozic danými pracovníky, vypočítám u daných kombinací celkový průběžný čas trvání celého pracovního procesu a vypočítám průměrnou hodnotu. Následně vyberu uspořádání, jehož časová spotřeba se nejvíce přibližuje průměrné hodnotě (v tomto případě je to uspořádání č. 9 – dcab, zvýrazněné červenou barvou). Toto uspořádání beru jako náhodné rozdělení pracovních pozic bez aplikace metody RRPP.

Tab. 3 Kombinace obsazení pracovních pozic jednotlivými pracovníky

č.	Kombinace	Čas (s)
1.	abcd	223,2214
2	dabc	215,9757
3	cdab	218,4069
4	acbd	224,7918
5	acdb	222,223
6	adbc	222,9589
7	adcb	218,9542
8	dcba	220,5402
9	dcab	211,971
10	dacb	219,9741
Průměrný čas:		219,9017

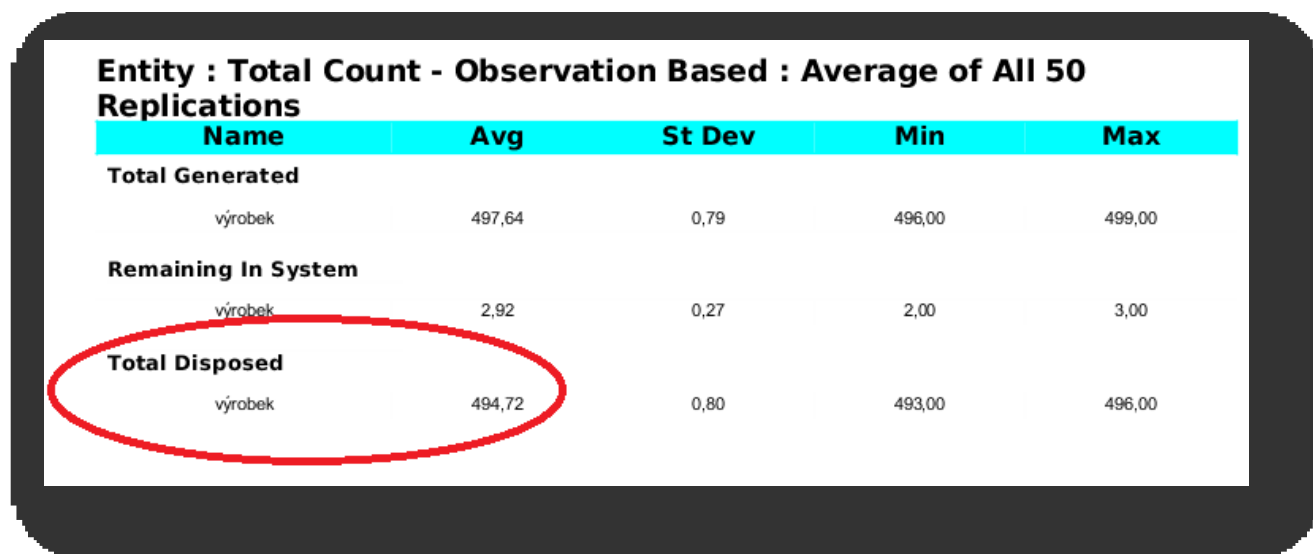
$$t_a = t_{a1} + t_{a2} + t_{a3} + t_{a3} \text{ (s)}$$

To znamená, že na prvním pracovišti bude David s délkou trvání operace 54,30 sekund, na druhém Cyril – 52,56 sekundy, na třetím Adam – 51,57 sekund a na čtvrtém Bětko – 52,92 sekund. Tyto časy vložím do simulačního modelu jako délky trvání operace na daném pracovišti. Vzhledem k tomu, že se jedná o dynamický proces, volím normální rozdělení se směrodatnou odchylkou 2 sekundy.



Obr. 20 Nastavení modelu - A

V dalším kroku provedu simulaci 50 standardních směn (1 směna při 50 replikacích) a zaznamenám průměrný počet vyrobených kusů za jednu směnu.

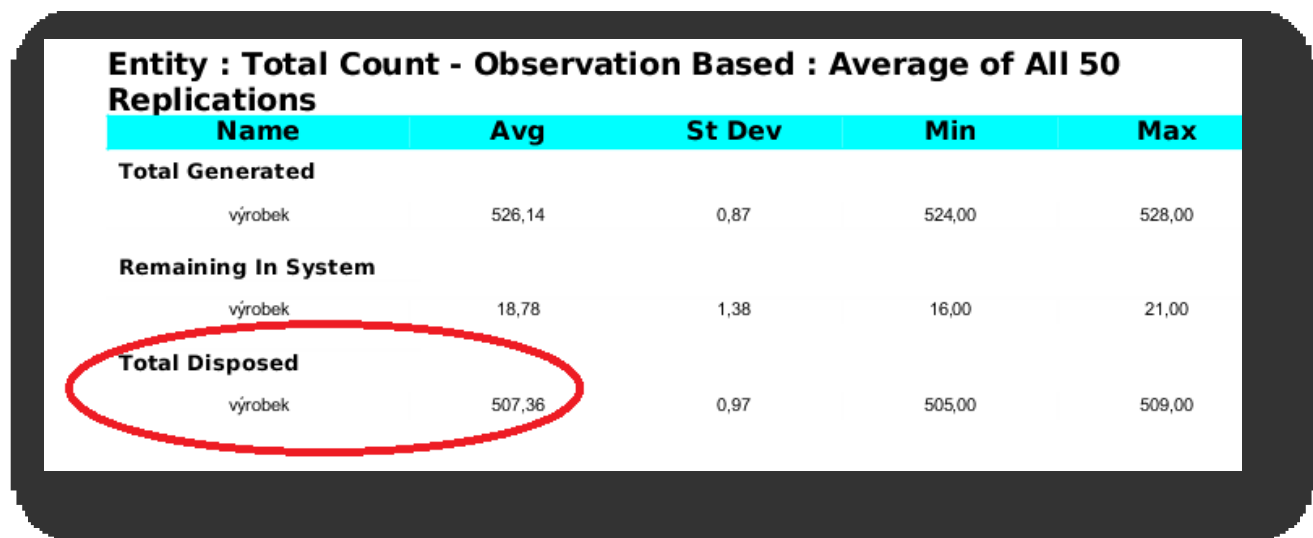


Name	Avg	St Dev	Min	Max
Total Generated				
výrobek	497,64	0,79	496,00	499,00
Remaining In System				
výrobek	2,92	0,27	2,00	3,00
Total Disposed				
výrobek	494,72	0,80	493,00	496,00

Obr. 21 Výsledek simulace modelu – A bez optimalizace metodou RRPP

V tomto případě je průměrný počet výrobků 494,72.

Nyní provedeme stejný experiment se stejným souborem vstupních dat (délky trvání operací na jednotlivých pracovištích), ovšem pracovníky uspořádáme podle principů metody RRPP, takže na prvním pracovišti bude Adam s délkou trvání operace 51,36 sekund, na druhém Cyril – 52,56 sekund, na třetím David – 51,14 sekund a na čtvrtém Bětko – 52,92 sekund. Tyto časy vložíme do simulačního modelu a provedeme simulaci, za stejných podmínek, jen s jiným rozmístěním pracovníků.



Name	Avg	St Dev	Min	Max
Total Generated				
výrobek	526,14	0,87	524,00	528,00
Remaining In System				
výrobek	18,78	1,38	16,00	21,00
Total Disposed				
výrobek	507,36	0,97	505,00	509,00

Obr. 22 Výsledek simulace modelu – A, po optimalizaci metodou RRPP

Průměrný počet vyrobených kusů s použitím principů metody RRPP je 507,35. Což představuje absolutní zvýšení produktivity práce o 12,64 vyrobených kusů za směnu a procentuální nárůst 2,56%.

Stejný experiment byl zopakován desetkrát, pokaždé s jiným, ale vždy náhodně generovaným souborem vstupních dat.

Tab. 4 Tabulka výsledků simulací modelu - A

Model-A	Průměrný počet výrobků za jednu směnu			
Pokus č.	Bez aplikace RRPP	S aplikací RRPP	Absolutní přírůstek	Procentuální přírůstek
1	494,72	507,36	12,64	2,56
2	488,74	497,34	8,60	1,76
3	479,76	497,3	17,54	3,66
4	478,94	490,04	11,10	2,32
5	464,94	509,5	44,56	9,58
6	464,68	480,34	15,66	3,37
7	487,2	499,44	12,24	2,51
8	472,34	490,54	18,20	3,85
9	477,18	506,5	29,32	6,14
10	467,42	487,12	19,70	4,21
Průměr	477,592	496,548	18,96	4,00

Tab. 5 Tabulka výsledků simulací modelu - B

Model-B	Průměrný počet výrobků za jednu směnu			
Pokus č.	Bez aplikace RRPP	S aplikací RRPP	Absolutní přírůstek	Procentuální přírůstek
1	495,48	519,58	24,10	4,86
2	496,22	521,32	25,10	5,06
3	464,64	521,4	56,76	12,22
4	501,48	515,6	14,12	2,82
5	463,42	516,38	52,96	11,43
6	465	522	57,00	12,26
7	476,26	521,38	45,12	9,47
8	470	516,94	46,94	9,99
9	468,96	514,56	45,60	9,72
10	477,6	521,82	44,22	9,26
Průměr	477,906	519,098	41,19	8,71

3.1.3 Vyhodnocení experimentu

Celkem proběhlo 1000 simulačních cyklů jedné pracovní směny, což považuju za dostatečné vyloučení náhodných jevů. Z výsledkové tabulky vyplývá, že průměrný procentuální zvýšení produktivity práce u modelu-A je 4% při průměrném absolutním zvýšení výroby zhruba 19 výrobků na směnu. V případě modelu-B je však již průměrné procentuální zvýšení produktivity na hodnotě 8,71% a průměrné absolutní zvýšení výroby o 41 výrobků.

3.2 Zhodnocení přínosu metody RRPP

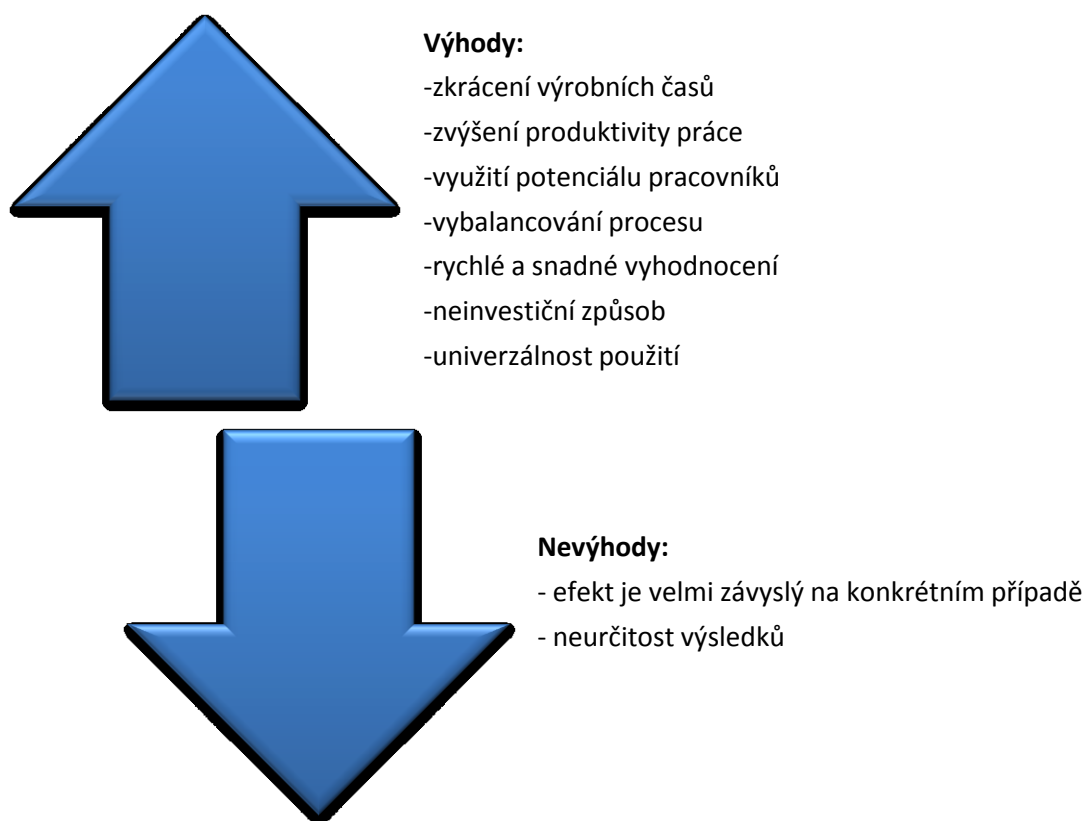
Osobně jsem byl výsledkem zvýšení produktivity „pouze“ o 4% (model-A) a 8,71% (model-B) zklamán, očekával jsem zlepšení kolem 15 %. Výsledek provedeného experimentu jsem konzultoval s analytikem z organizace DYNAMIC FUTURE s.r.o. a průmyslovým inženýrem ze společnosti Autopal Visteon s.r.o., kteří naopak považují 4% respektive 8,71% zvýšení produktivity, vzhledem k neinvestiční povaze metody RRPP, za úspěch. V podstatě se jedná jen o soubor doporučených postupů při obsazování pracovišť. Při dodržení základních principů metody RRPP, lze v drtivé většině případů očekávat pozitivní výsledky. Ty se však přirozeně budou případ od případu lišit, v závislosti na:

- struktury výrobního procesu,
- vlivu lidského faktoru na průběh výroby,
- přesnosti vstupních dat,
- zainteresovanosti vedoucích pracovníků

3.2.1 Využití metody RRPP

Metoda RRPP byla navržena jako nástroj pro optimalizaci výrobního procesu se zaměřením na efektivní využití potenciálu pracovníků. Najde uplatnění všude tam, kde mohou pracovníci svou zručností ovlivnit délku prováděné operace. Jedná se především o montážní linky, obsluhu strojních zařízení a provozy s převažujícím podílem ruční práce.

Cílovou skupinou jsou mistři, předáci, groupleadři a manažeři, kteří ocení rychlost a jednoduchost, kdy stačí pár kliknutí myši ke zjištění vhodného obsazení pracovišť. Mohlo by se zdát, že metoda je určena především pro nové a nezkušené vedoucí pracovníky, kteří se ještě nemohou spolehnout na vlastní úsudek, ale i mistři s letitou praxí mohou otestovat svůj odhad. Neboť to, že se tady tak dělá dvacet let, ještě neznamená, že to nejde dělat lépe.



Obr. 23 Výhody a nevýhody metody RRPP

4 Závěr

V první části bylo mým cílem shrnout dosavadní poznatky z oblasti racionalizace výrobních procesů. Zabýval jsem se konvenčními přístupy k racionalizaci výroby, nejpoužívanějšími nástroji a metodami, které jsou prověřené časem a obecně platné. Revoluci způsobila štíhlá výroba, jejíž metodami se inspiroval každý, kdo chce být úspěšný a vzdorovat konkurenci.

Simulační metody jsou nepostradatelnou součástí každého optimalizačního projektu. Bez jejich pomoci bychom nebyli schopni najít nejvhodnější variantu řešeného problému, proto je jejich **znalost nutností**.

Ve spolupráci s poradenskou organizací DYNAMIC FUTURE s.r.o. jsem začal řešit problematiku **využití potenciálu pracovníků**. Na základě specifikace požadavků byla navržena metodika racionálního rozdělování pracovních pozic, postavená na jednoduchých a logických principech, které byly prověřeny pomocí simulačního programu Simprocess.

Výsledky simulace prokázaly správnost principů a pozitivní trendy sledovaných charakteristik.

Univerzálnost a široké spektrum uplatnění metody RRPP s sebou přináší očekávatelnou neurčitost výsledků, závislých na konkrétní aplikaci. Z výsledků provedeného experimentu je zřejmý potenciál na zlepšení výkonnosti a pozitivní dopady na optimalizaci výrobních procesů, které však nelze obecně kvantifikovat. Věřím, že v dnešním prostředí superkonkurence, kdy se snižují náklady všude, kde to jen jde, a každá ušetřená sekunda má svůj význam, si najde metoda RRPP uplatnění, neboť každé zlepšení se cení, a tím víc, když nic nestojí.

Součástí práce je excelový soubor, který umožňuje snadno, rychle a jednoznačně rozhodnout, který pracovník je na konkrétním pracovišti nejvýkonnější.

Literatura

- [1] NOVÁK, J., ŠLAMPOVÁ, P. Racionalizace výroby [online]. URL: <<http://www.fs.vsb.cz/euprojekty/414/racionalizace-vyroby.pdf>> [cit. 2011-05-01].
- [2] JIRÁSEK, J. *Štíhlá výroba*. Praha : Grada Publishing, 1998. 1. vyd., 208 s. ISBN 80-7169-394-4.
- [3] DYNAMIC FUTURE s.r.o. [online] URL: <<http://www.dynamicfuture.cz/o-nas/>> [cit. 2011-04-26].
- [4] 5 Whys [on-line] URL:< http://cs.wikipedia.org/wiki/5_Whys> [cit.2011-05-02]
- [5] DLOUHÝ, M., FÁBRY, J., KUNCOVÁ, M., HLADÍK, T. *Simulace podnikových procesů*. Brno : Computer Press, 2007. 1. vyd., 201 s. ISBN 978-80-251-1649-4.
- [6] BASL, J. *Modelování a optimalizace podnikových procesů*. Plzeň: ZÚ v Plzni, 2002. 140 s. ISBN 80-7082-936-2.
- [7] HLAVENKA, B. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty*, 3. vyd. Brno: CERM, 2005. ISBN 80-214-2871-6.
- [8] LÍBAL, V. a kol..*Organizace a řízení výroby*. 7. vyd. Praha: SNTL 1989, 559 s.
- [9] SYNEK, M. a kol. *Manažerská ekonomika*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 1996. 456 s. ISBN 80-7168-211-5.
- [10] TOMEK, G, VÁVROVÁ, V. *Řízení výroby*. 2. vyd. Praha: Grada Publishing, 2000. 405 s. ISBN 80-7169-955-1.

Poděkování

Rád bych poděkoval především panu Ing. Petru Jalůvkovi z poradenské organizace DYNAMIC FUTURE s.r.o. za odborné rady a přínosné konzultace v oblasti optimalizace a simulace výrobních procesů. Dále pak děkuji vedoucí této práce Ing. Ivaně Šajdlerové, Ph.D. za podnětné rady a cenné informace.

Seznam obrázků

Obr. 1 Podstata racionalizace

Obr. 2 Racionalizace podniku

Obr. 3 Komponentní přístup

Obr. 4 Komplexní přístup

Obr. 5 Procesní přístup

Obr. 6 Postup při řešení racionalizační studie

Obr. 7 Výrobní čas

Obr. 8 Typy modelů dle pohybu v systému

Obr. 9 Vytvoření entity

Obr. 10 Nastavení intervalu pro vstup entit do systému

Obr. 11 Přiřazení zdroje k aktivitě

Obr. 12 Nastavení délky trvání dané aktivity

Obr. 13 Výsledková zpráva

Obr. 14 Statistiky vyhledávání výrazů z oblasti štihlé výroby

Obr. 15 Statistiky vyhledávání výrazů z oblasti štihlé výroby v konfrontaci s ekonomickou krizí 2008/2009

Obr. 16 Databáze pracovníků

Obr. 17 Postup vyhodnocování nasbíraných dat

Obr. 18 Model - A

Obr. 19 Model - B

Obr. 20 Nastavení modelu – A

Obr. 21 Výsledek simulace modelu – A bez optimalizace metodou RRPP

Obr. 22 Výsledek simulace modelu – A, po optimalizaci metodou RRPP

Obr. 23 Výhody a nevýhody metody RRPP

Seznam tabulek

Tab. 1 - Rozdíly mezi útvárovým a procesním řízením v podniku:

Tab. 2 Čas v sekundách, potřebný na vykonání operace na daném pracovišti

Tab. 3 Kombinace obsazení pracovních pozic jednotlivými pracovníky

Tab. 4 Tabulka výsledků simulací modelu - A

Tab. 5 Tabulka výsledků simulací modelu - B

Seznam grafů

Graf 1 Počet nalezených výrazů podle Google.cz

Graf 2 Počet nalezených výrazů podle Seznam.cz